ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 NOVEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime comme il suit :

« Les élèves, les amis, les admirateurs de M. Chauveau se sont associés pour faire graver une belle médaille à son effigie. Notre Confrère a voulu que la médaille lui fût remise dans la plus stricte intimité. Mais des adresses, des lettres, des télégrammes lui ont été envoyés de toute part.

» La lettre de votre Président renfermait ces mots, qui lui ont semblé l'expression des sentiments de l'Académie :

» Vous avez étendu votre action bienfaisante à ces créatures, bonnes et souvent charmantes, qui sont pour l'humanité d'un tel secours que nous avons peine à concevoir comment, sans elles, il lui serait possible de se maintenir et de progresser. Merci pour toutes les choses grandes et utiles que vous avez faites.

» On a réuni les félicitations envoyées à M. Chauveau dans un Opuscule où se trouve le fac-similé de la médaille, représentant d'un côté sa tête expressive et de l'autre côté sa fameuse expérience de cardiographie, à l'École vétérinaire de Lyon.

» Nous conserverons précieusement ce souvenir des hommages rendus à un Confrère que chacun de nous aime et honore. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelle préparation de l'argon.* Note de MM. H. Moissan et A. Rigaut.

« Dans leurs belles recherches sur la découverte de l'argon, lord Rayleigh et sir William Ramsay ont utilisé, tout d'abord, l'action de l'étincelle

électrique sur le mélange d'oxygène et d'azote pour séparer l'argon de l'air atmosphérique. Par la suite, ils ont employé le magnésium qui retient l'azote sous forme d'azoture; enfin, dans des expériences plus récentes, sir William Ramsay (1) s'est servi du procédé indiqué par M. Maquenne (2) : action d'un mélange de chaux et de magnésium sur l'azote atmosphérique.

» L'étude de la préparation de l'argon par l'action des étincelles d'induction sur un mélange d'oxygène et d'azote atmosphérique a été reprise dernièrement par M. Auguste Becker (3).

» L'un de nous a démontré précédemment que le métal calcium se combinait avec facilité à l'azote au rouge sombre, en fournissant un azoture cristallisé de formule $Ca^3 Az^2$ (4).

» Comme ce calcium métallique possède aussi la propriété de fixer l'hydrogène à la même température, en donnant un hydrure cristallisé de formule CaH^2 et que cet hydrure n'est pas dissociable à 500°, nous avons pensé à appliquer ces différentes propriétés à l'extraction de l'argon de l'air atmosphérique.

» Cette préparation de l'argon comprend quatre opérations :

» A. Préparation de 100^l d'azote.

» B. Enrichissement de l'azote en argon.

» C. Première purification.

» D. Seconde purification par circulation sur le calcium.

» A. *Préparation de* 100^l *d'azote atmosphérique.* — Cette opération se fait au moyen de deux tubes d'acier de $1^m,20$ de longueur et de $0^m,030$ de diamètre, remplis de tournure de cuivre tassée, préalablement oxydée à l'air, puis réduite dans l'hydrogène. Le gaz est introduit par aspiration dans un gazomètre à eau.

» B. *Enrichissement de l'azote en argon.* — Le gaz, obtenu précédemment, traverse d'abord un tube de fer de 1^m rempli de tournure de cuivre, puis

---

(1) Ramsay, *Proceedings of the Royal Society*, t. VIII, 1898, p. 183, et W. Travers, *Study of gases*.

(2) Maquenne, *Sur la fixation de l'azote par les métaux alcalino-terreux* (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 1147).

(3) Auguste Becker, *Ueber die Darstellung von Argon mittels elektrischer Funken* (*Zeitschrift für Elektrochemie*, 23 juli 1903, n° 30, p. 600).

(4) H. Moissan, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVIII, 1899, p. 289).

un sécheur formé d'un flacon à acide sulfurique et six tubes horizontaux de $0^m,50$, remplis de fragments de potasse refondue au creuset d'argent. Le gaz passe ensuite dans deux tubes de fer de $0^m,80$ de longueur contenant un mélange de cinq parties de chaux vive en poudre fine et de trois parties de poudre de magnésium bien exempte d'huile et d'aluminium.

» Chaque tube renferme une charge de 120^g du mélange.

» On porte au rouge le tube qui contient la tournure de cuivre, puis on chauffe les deux tubes à mélange de chaux et de magnésium en ayant soin de laisser ouvert le robinet qui se trouve à l'extrémité du dernier tube. Dans ces conditions, il se dégage une petite quantité de gaz hydrogène provenant de l'absorption de l'humidité par les poudres au moment de leur mélange. La présence constante de cet hydrogène dans les manipulations est une des difficultés de la préparation. Lorsqu'on s'est assuré, grâce à un laveur à acide sulfurique placé après le robinet dont nous parlions plus haut, que tout dégagement d'hydrogène est terminé, on adapte, à l'extrémité de l'appareil, un sac vide en caoutchouc de 15^l. On ferme le robinet de verre et, grâce à la pression du gazomètre, on fait passer dans l'appareil les 100^l d'azote qui, en 2 heures, diminuent de volume et sont ramenés à 10^l de gaz enfermés dans le sac de caoutchouc. Ce gaz contient 10 pour 100 d'argon ([1]).

» La chaux qui sert dans nos expériences a été obtenue de la façon suivante : du marbre blanc exempt de silice est calciné au four Perrot pendant 3 heures. Après refroidissement, la chaux vive ainsi obtenue est passée au tamis de soie, puis hydratée par une petite quantité d'eau distillée. Après qu'elle s'est délitée complètement, cette poudre est calcinée pendant 3 heures à une température mesurée de 1000°.

» Le magnésium employé est en poudre très fine. On s'assure, au préalable, qu'il est bien exempt d'aluminium. Il est lavé ensuite à l'éther sec par digestion d'abord, puis sur un entonnoir de Buchner, enfin essoré à la trompe et séché à 110°.

» Les tubes de verre, séchés avec soin, sont remplis du mélange préparé dans un mortier chaud, avec le métal sortant de l'étuve et l'oxyde pris dans le creuset encore tiède.

» C. *Première purification.* — Le sac de caoutchouc contenant l'azote à

([1]) Dans des expériences préliminaires, nous nous servions, pour recueillir le gaz ainsi enrichi d'argon, d'un gazomètre à eau et, à cause de la solubilité de l'argon dans ce liquide, nous avions un rendement beaucoup plus faible.

10 pour 100 d'argon est relié à un petit sécheur à potasse qui communique au moyen d'un robinet tenant le vide avec un gros tube en porcelaine de Berlin, de 35^{mm} de diamètre et de $0^{m},85$ de longueur. Ce tube est chauffé dans un four Mermet, et il peut recevoir une gargousse de tôle perforée contenant 80^{g} du mélange chaux et magnésium. Un second tube en verre d'Iéna se trouve à la suite du premier; il contient 70^{g} du même mélange. Il est mis en communication avec un troisième tube plus petit et rempli d'oxyde de cuivre. Après ce dernier tube, se trouve un petit barboteur à acide sulfurique, pour retenir l'eau formée, et enfin un dessiccateur à potasse caustique. Cet appareil est mis en communication par un robinet à trois voies avec une pompe à mercure qui permet de recueillir le gaz et de l'envoyer, par un tube abducteur, dans une grande éprouvette de $0^{m},85$ de hauteur et d'une capacité de 1100^{cm^3}. Tous les tubes étant chauffés, on fait passer lentement le gaz dans la pompe à mercure, puis on l'envoie ensuite dans la grande éprouvette. Cette opération, recommencée une dizaine de fois, permet de vider complètement le sac de caoutchouc en 2 heures. Après cette première purification, le gaz que l'on obtient est de l'argon ne contenant plus que 5 à 10 pour 100 d'azote.

» D. *Seconde purification par circulation sur le calcium.* — La grande éprouvette dont nous avons parlé précédemment porte, à sa partie supérieure, un robinet de verre. Elle est mise en communication avec un premier tube en verre d'Iéna renfermant 45^{g} du mélange chaux-magnésium; puis, avec un deuxième tube de même substance, renfermant quatre nacelles de nickel, dans lesquelles se trouvent 3^{g} à 4^{g} de calcium métallique en petits cristaux. Deux trompes à mercure sont mises en communication avec cet appareil au moyen d'un robinet à trois voies : la première sert à faire le vide dans l'appareil au début de l'expérience, et la deuxième est utilisée pour obtenir la circulation du gaz dans les deux tubes portés au rouge sombre. Dans ces conditions, la petite quantité d'azote que renfermait encore l'argon, ainsi que l'hydrogène, produit dans le tube à mélange de chaux et de magnésium, sont complètement retenus par le calcium métallique. 3 heures plus tard, on recueille le gaz dans des flacons de 250^{cm^3}, lavés préalablement avec du gaz argon.

» Les appareils, qui servent aux deux purifications, sont entièrement formés de tubes de verre réunis par des tubes de plomb au moyen de mastic à la gomme laque. Pour donner aux tubes de plomb une certaine élasticité, on les contourne en spirales. L'appareil est assez long à disposer;

aussi, étant donné le grand nombre de joints à la gomme laque, faut-il s'assurer au préalable qu'il tient bien le vide.

» Deux personnes peuvent poursuivre simultanément les différentes phases de cette préparation; et, lorsque l'appareil est monté, elles peuvent produire, d'une façon continue, 1^l de gaz argon en 12 heures.

» Pour reconnaître si cet argon est pur nous avons tout d'abord étudié le spectre qu'il fournit au moyen de l'étincelle d'induction. Ce spectre ne présente plus les cannelures de l'azote et nous donne les lignes caractéristiques de l'argon. Enfin, nous avons additionné ce gaz d'une petite quantité d'oxygène pur, et nous avons reconnu que, soumis à l'étincelle d'induction pendant plusieurs heures, il ne donnait plus de vapeurs rutilantes et que son volume ne diminuait pas lorsque l'expérience était faite en présence d'une solution alcaline. Dans l'un de nos essais, nous avions pris $9^{cm^3},2$ d'argon. Après passage d'étincelles d'induction pendant 4 heures, puis absorption de l'oxygène, nous avons retrouvé le même volume de $9^{cm^3},2$.

» Cette nouvelle méthode de préparation permet donc d'obtenir l'argon avec assez de facilité. »

M. Laveran, en présentant un Ouvrage qu'il a publié sur la « Prophylaxie du paludisme », s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un petit Volume que je viens de publier dans l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire* dont notre éminent Confrère, M. Léauté, est le directeur. Ce Volume a pour titre : *Prophylaxie du paludisme*.

» On connaît aujourd'hui l'agent pathogène des fièvres palustres, on sait comment il se propage, on peut donc formuler les règles de la prophylaxie rationnelle de cette redoutable endémie; c'est ce que j'ai essayé de faire.

» L'Ouvrage est divisé en deux Parties : dans la première Partie j'ai étudié le rôle des moustiques dans la propagation du paludisme; la deuxième Partie est consacrée à la prophylaxie proprement dite.

» J'espère que ce petit livre servira à répandre les notions scientifiques nouvelles qui doivent rendre plus efficace la lutte contre le paludisme. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant dans la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Schiaparelli,* élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. George-William Hill obtient. . . . 48 suffrages
M. G.-H. Darwin » . . . . 2 »

M. **G.-W. Hill**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage ayant pour titre : « Recueil de travaux dédiés à la mémoire d'Alexis Millardet (1838-1902), par les professeurs de la Faculté de Bordeaux ».

2° Un Ouvrage de lord *Avebury* ayant pour titre : « The scenery of England and the causes to wich it is due ». (Présenté par M. de Lapparent.)

3° Un Ouvrage de M. *Sven Hedin* intitulé : « L'Asie inconnue. Dans les sables de l'Asie », traduit du suédois par M. *Ch. Rabot*. (Présenté par M. de Lapparent.)

4° Un Ouvrage de M. *Jean Resal* intitulé : « Poussée des terres, stabilité des murs de soutènement ». (Présenté par M. Maurice Levy.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la nature analytique des solutions de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. **S. Bernstein**, présentée par M. Ém. Picard.

« Théorème. — *Si z est une fonction des variables réelles x et y admettant dans une région* S *des dérivées finies des quatre premiers ordres et satisfaisant*

aux deux conditions :

$$(1) \qquad F\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right) = 0,$$

où F *est analytique, et*

$$(2) \qquad 4F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}} \cdot F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}} - \left(F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}}\right)^2 > 0,$$

elle est analytique.

» Ce théorème remarquable a été démontré d'abord par M. Picard [1] dans le cas où F est linéaire (l'ordre de dérivabilité connu pouvait d'ailleurs s'abaisser à deux). Par une intuition profonde, M. Hilbert a prévu qu'il suffisait de supposer F analytique. Sous son influence, M. Lutkemeyer, dans sa *Thèse* soutenue en 1902, et M. Holmgren (*Math. Annalen*, 1903) reprirent la méthode de M. Picard et établirent le théorème en question pour $F = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} - f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}\right) = 0$ (f étant analytique). En complétant convenablement la même méthode, je suis parvenu à une démonstration générale.

» Soit $F(x) = \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=0} A_{pq} x^p (R - x)^q$. Si ce développement converge absolument et uniformément pour $0 \leqq x \leqq R$, nous dirons qu'il est normal. La série $f(x) = \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=0}^{\infty} a_{pq} x^p (R - x)^q$ sera une série maximale de $F(x)$, si $a_{pq} \geqq |A_{pq}|$. On peut écrire aussi

$$F(x) = \sum_{q=0}^{\infty} P_q (R - x)^q \qquad \text{et} \qquad f(x) = \sum_{q=0}^{\infty} p_q (R - x)^q,$$

où P et p sont des séries de Taylor ordonnées par rapport à l'origine. Soit $M_q \geqq p_q (R - x)^q$ lorsque $0 \leqq x \leqq R$. Nous dirons que

$$M = M_0 + M_1 \frac{R + r}{R - r} + \ldots + M_q \left(\frac{R + r}{R - r}\right)^p + \ldots$$

est une valeur maximale de $F(x)$ à l'intérieur du contour Γ_{0Rr} formé par

---

(1) *Journal de l'École Polytechnique*, 1890, et *Acta mathematica*, t. XXV. Le même théorème a été démontré par M. Picard pour certaines équations linaires d'ordre supérieur au second (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895).

la partie gauche de la circonférence C de rayon r ayant le centre en O et les deux tangentes menées du point R au centre C. L'ensemble des valeurs maximales correspondant à tous les développements normaux sur OR de $F(x)$ a une limite inférieure que nous appellerons *valeur minimaximale* de $F(x)$ à l'intérieur de $\Gamma_{\mathrm{OR}r}$ et que nous désignerons par $[F(x)]_{\mathrm{R}r}$.

» Soit $F(xy) = F(r\cos\theta, r\sin\theta) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos n\theta + B_n \sin n\theta$. Nous dirons que ce développement est normal, si $A_n = r^n \sum_{p=0}^{\infty}\sum_{q=0}^{\infty} C_{pq}^{(n)} r^{2p}(R^2 - r^2)^q$, $B_n = r^n \sum_{p=0}^{\infty}\sum_{q=0}^{\infty} D_{pq}^{(n)} r^{2p}(R^2 - r^2)^q$ sont normaux sur OR et si a_n et b_n désignant des séries maximales de A_n et B_n la somme $\sum_{n=0}^{\infty} a_n + b_n$ converge uniformément sur OR.

» On posera, en outre, $[F(xy)]_{\mathrm{R}r} = \Sigma(A_n)_{\mathrm{R}r} + (B_n)_{\mathrm{R}r}$ qu'on appellera *valeur minimaximale* de $F(xy)$ à l'intérieur du contour $\Gamma_{\mathrm{OR}r}$.

» LEMME 1. — *Une fonction analytique de deux variables réelles x et y régulière à l'intérieur d'un cercle C de rayon R est développable en série normale.*

» LEMME 2. — *Soit* $F[\varphi_1(xy), \varphi_2(xy), \ldots, \varphi_m(xy)]$ *une fonction analytique de m variables dont chacune est une fonction de x, y susceptible d'un développement normal sur* OR. F *sera aussi normal sur* OR *et, en désignant par f la série des modules de* F, *on aura*

$$\{F[\varphi_1(xy)\,\varphi_2(xy)\ldots]\}_{\mathrm{R}r} \leqq f\{[\varphi_1(xy)]_{\mathrm{R}r}[\varphi_2(xy)]_{\mathrm{R}r}\ldots\}.$$

» LEMME 3. — *Si une fonction $F(xy)$ admet une valeur maximale finie à l'intérieur de $\Gamma_{\mathrm{ORR'}}$, elle est analytique pour θ réel et r situé à l'intérieur de $\Gamma_{\mathrm{ORR'}}$, et sa valeur sur $\Gamma_{\mathrm{ORR'}}$ est donnée par le développement normal correspondant.*

» Ceci posé, en vertu de l'hypothèse $4F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}} F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial y}} - \left(F'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}}\right)^2 > 0$, il est possible d'effectuer un changement de variables linéaire et homogène à coefficients réels qui ramène l'équation générale à la suivante

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right), \tag{1 bis}$$

f étant analytique et telle qu'à l'origine, c'est-à-dire pour $x = y = 0$,

$z = z_0$,

$$\frac{\partial z}{\partial x} = p_0, \qquad \frac{\partial z}{\partial y} = q_0, \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = r_0, \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = s_0, \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = t_0,$$

on ait

$$f'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}} = f'_{\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}} = f'_{\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}} = 0.$$

» Cherchons, par la méthode des approximations successives, une solution de l'équation (1 *bis*) u qui se confonde avec z sur une circonférence C de rayon R assez petit. En vertu des considérations précédentes, u se présentera sous forme normale et admettra une valeur maximale finie à l'intérieur de $\Gamma_{RR'}(R' < R)$. Donc *u est analytique*. De plus il est aisé de montrer que, pourvu que R soit suffisamment petit, z et u se confondent *identiquement*. Ainsi se trouve démontré le théorème annoncé. »

HYDROGRAPHIE. — *Sur l'emploi du tachéographe Schrader pour les travaux d'hydrographie*. Note de MM. F. **Schrader** et Ch. **Sauerwein**.

« L'application du tachéographe Schrader ([1]) à l'hydrographie a été inaugurée à Monaco en février 1903, pour construire la carte lithologique de la zone côtière de la Principauté.

» Nous renvoyons, pour le principe et l'usage général de l'instrument, à la Communication de M. Schrader. Les perfectionnements apportés depuis cette époque au tachéographe n'en ont pas changé le principe, et ont eu pour seul but d'en rendre le maniement plus aisé et la précision plus grande.

» Deux méthodes se présentent pour un levé hydrographique, suivant que le pays est plat, ou qu'il possède près de la mer des hauteurs assez importantes.

» 1° *Pays plat.* — Dans ce cas, il faut opérer pour le levé de la côte comme dans un levé topographique, en faisant placer aux différents points des escouades portant des mires de longueur appropriée à l'échelle de la carte. Pour les sondages, on munira l'embarcation d'une mire fixée au mât, et l'on opérera comme sur le terrain.

» Dans ce cas, il faudra noter, pour chaque point marqué sur le disque de zinc, l'altitude indiquée par le vernier de l'échelle verticale du tachéographe; et la réduc-

([1]) *Comptes rendus*, 1er juillet 1895.

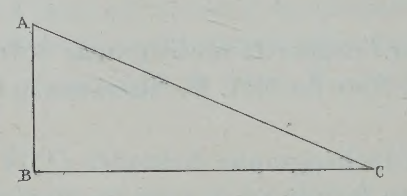
tion des sondes au niveau des plus basses mers se fera très aisément, au moyen de l'heure notée à bord, par comparaison avec l'échelle de marées qui aura été primitivement installée.

» 2° *Pays accidenté, possédant des hauteurs importantes dans le voisinage immédiat de la mer.*

» Dans ce cas, la première opération consiste à planter une échelle de marées très visible et une mire auprès d'elle, à la limite de la mer. L'opérateur, rendu sur le terrain de travail (un point aussi élevé que possible, ayant un grand champ de visée), pointera la lunette sur la mire, bissectant les voyants avec les deux fils du réticule; et cette visée lui donnera immédiatement la distance et la différence d'altitude des deux points considérés, c'est-à-dire la hauteur de l'instrument au-dessus du niveau actuel de la mer.

» Ceci fait, le principe sur lequel est basée la méthode est le suivant :

» Soient A l'observateur, BC la surface de la mer et C un point quelconque de cette snrface; dans le triangle rectangle ABC, connaissant AB, il suffit de connaître l'angle BAC pour construire le triangle.



» Si donc on opérait avec un théodolite, une lecture d'azimut et une lecture sur le cercle vertical donneraient la grandeur et l'orientation du triangle ABC, par un calcul de trigonométrie rectiligne.

» Le tachéographe Schrader permet une simplification très grande de cette méthode.

» Si, en effet, on fixe le vernier de l'échelle verticale sur la division qui représente, au-dessous du zéro, la hauteur du point d'observation rapportée à l'échelle à laquelle on opère, lorsque l'axe optique de la lunette sera dirigé sur le point à viser, l'instrument construira automatiquement le triangle défini plus haut, et le stylet marquera sur le disque la position exacte, rapportée à l'échelle choisie, du point visé.

» De ce que nous venons de dire, on peut conclure que le levé de la côte se fera également en suivant simplement, avec l'axe optique de la lunette, la ligne d'intersection de la côte avec la surface de la mer, après avoir immobilisé le stylet au contact du disque horizontal, de manière qu'il trace le contour de la côte suivant un trait continu.

» S'il s'agit de points de sonde, l'embarcation chargée de ce service doit

hisser un pavillon toutes les fois qu'elle opère, et une simple visée donne sa position rapportée à l'échelle adoptée.

» Dans le cas de lignes de sonde très étendues, l'échelle *provisoire* peut changer suivant la distance de l'embarcation. L'opérateur marque alors sur son carnet, pour chaque numéro de station, l'échelle employée. Lors de la confection de la carte de Monaco, les échelles ont varié de $\frac{1}{10000}$ à $\frac{1}{100000}$.

» Si la mer dans laquelle on opère a des marées très fortes, il faudra tenir compte des changements de niveau; pour cela, une simple lecture de la graduation de l'échelle des marées donnera la hauteur actuelle de l'appareil, et la correction sera faite en conséquence sur l'échelle verticale de l'appareil. On pourra, par exemple, faire cette correction toutes les fois que le niveau aura varié de 50^{cm}.

» Dès lors, les sondes se trouveront exactement rapportées à la verticale de leur projection sur le plan niveau des plus basses mers, et il suffira de faire la correction nécessaire pour l'heure de la marée.

» La construction de la carte ainsi obtenue est des plus simples. Il suffit de fixer sur le papier les disques de levés suivant leur orientation obtenue par des observations magnétiques ou par des visées de points déjà déterminés, et de construire chaque point de la surface de la mer (sondes ou détails de la côte), en prolongeant la ligne qui joint le centre du disque à chaque point marqué, et en portant sur cette ligne autant de fois la distance du centre à ce point que l'indique le Tableau donnant l'échelle provisoire à laquelle chaque point de station a été construit. »

PHYSIQUE. — *Sur l'extraction de l'oxygène par la liquéfaction partielle de l'air avec retour en arrière.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai pu montrer, dans ma précédente Note, que, contrairement à ce qui a été affirmé jusqu'ici par les spécialistes en la matière, l'air atmosphérique appelé à se liquéfier progressivement abandonne en premier lieu des portions liquides très riches en oxygène.

» Ce résultat est entièrement conforme aux savantes théories des Gibbs, des Van der Vaals et des Duhem sur la coexistence des phases liquides et gazeuses dans les mélanges fluides, et ces théories, vérifiées jusqu'ici dans le cas de gaz aisément condensables, trouvent ainsi dans le cas de l'air une nouvelle confirmation.

» Je voudrais montrer comment, grâce à un artifice fort simple, il est aisé de mettre à profit cette propriété pour, en ne liquéfiant qu'une portion relativement faible de l'air traité, obtenir *directement*, sans évaporation préalable, un liquide très oxygéné détenant la *presque totalité* de l'oxygène mis en circulation.

» L'artifice en question consiste essentiellement à faire en sorte qu'à mesure de leur liquéfaction progressive, les portions liquéfiées de l'air traité soient astreintes à circuler en *sens inverse* et *au contact* du courant gazeux aux dépens duquel elles se forment. Dans ce retour en arrière du liquide, deux effets se superposent pour tendre au même but, c'est-à-dire à la désoxygénation rapide et complète du résidu gazeux. D'une part, la phase liquide produite en chaque point de l'appareil de condensation étant soustraite, par son retour en arrière, au contact du résidu gazeux qui l'a formée, celui-ci peut donner naissance l'instant d'après à une phase liquide moins oxygénée, et ainsi de suite à mesure de la progression de ce résidu. D'autre part, la phase liquide produite en chaque point rencontre, dans son retour en arrière, des phases gazeuses moins épuisées que celle qui lui a donné naissance, et qui, par conséquent, ne sont pas en équilibre de composition avec elle : d'où un échange partiel d'une partie de l'azote, plus volatil, du liquide contre une partie de l'oxygène, plus condensable, du résidu gazeux.

» Il résulte de la superposition de ces deux effets un épuisement très rapide du résidu gazeux, qui arrive aisément, moyennant une liquéfaction inférieure à la moitié du volume, à n'être plus constitué que par de l'azote presque pur, tandis que le liquide présente à la sortie une composition très voisine de celle correspondant à la phase gazeuse 21 pour 100 (teneur de l'air normal). D'après les courbes que je reproduisais dans ma précédente Note, cette teneur finale du liquide après le retour en arrière devrait atteindre 50 pour 100 environ; en pratique, comme le montreront les chiffres ci-dessous, le résultat est encore meilleur, sans doute pour des raisons assez intéressantes que je développerai en une autre circonstance.

» Pour montrer avec quelle facilité s'opère la séparation de l'oxygène et de l'azote suivant ces nouvelles bases et faire apprécier dans quelles conditions inespérées ce *modus operandi* se prête à l'extraction industrielle de l'oxygène de l'air, j'indiquerai ci-après les résultats de quelques essais de laboratoire.

» L'appareil employé se compose simplement d'un faisceau vertical de sept tubes de cuivre de 2^{m} de long et 13^{mm} de diamètre intérieur, placé dans une enveloppe métal-

lique étanche isolée calorifiquement et remplie d'air liquide, de manière à baigner sur les $\frac{2}{3}$ de leur hauteur les tubes du faisceau. Haut et bas, les tubes aboutissent à des collecteurs en forme de cloche.

» On fait arriver dans le faisceau, par le collecteur du bas, l'air à séparer, puisé à un réservoir d'air comprimé sous 2 atmosphères effectives, et préalablement refroidi à — 160° par son passage dans un serpentin immergé dans l'air liquide. L'air monte dans le faisceau en se liquéfiant partiellement et vaporisant une quantité du liquide extérieur sensiblement égale au liquide formé intérieuremeut : celui-ci retourne vers le bas de l'appareil en coulant le long des tubes et exerçant l'action rectificatrice signalée plus haut : il est reçu dans le collecteur inférieur, où il peut être repris et analysé. Le résidu gazeux s'échappe par un robinet fixé dans le collecteur supérieur du faisceau, robinet dont l'obturation plus ou moins grande permet de faire varier entre 0^{atm} et 2^{atm} la pression intérieure, indiquée par un manomètre. Pour des raisons de simplicité d'expérience, il n'y a pas d'échangeurs de températures, c'est-à-dire qu'on ne récupère pas le froid emporté, tant par le résidu gazeux que par le liquide vaporisé.

» Plus faible est la pression de liquéfaction, moins grande est la rapidité de la condensation ; mais le liquide fourni est naturellement d'autant plus riche, parce qu'une fraction moindre du gaz est liquéfiée ; d'autre part, la lenteur du débit est favorable à la perfection de l'épuisement du résidu gazeux, de sorte que cet épuisement est excellent avec la plus faible pression compatible avec une liquéfaction suffisante. Une faible pression est donc désirable, d'autant plus que le coût de la compression de l'air à traiter et la dégradation d'air liquide au cours des manipulations, dépenses essentielles de la méthode, sont fonction de cette pression. Or, lorsque le liquide baignant le faisceau titre 70 pour 100 d'oxygène, la liquéfaction est encore assez abondante (un tiers de litre par minute dans mon petit appareil) sous *sept dixièmes* d'atmosphère : dans ces conditions, le liquide formé atteint une teneur de 57 pour 100 d'oxygène, tandis que le résidu gazeux arrive à 97 pour 100 d'azote et même à 98 pour 100 dans quelques-uns de mes essais.

» Ainsi, la compression à $0^{atm},7$ seulement (¹) suffit pour obtenir la séparation intégrale de tout l'oxygène de l'air traité, moyennant une liquéfaction d'*un tiers* environ. Ce résultat remarquable entraîne des conséquences économiques d'une très grande importance et sur lesquelles on me permettra de revenir. Mais, sans plus tarder, je voudrais indiquer que, grâce à l'appui de la Société l'*Air liquide*, j'ai pu réaliser un appareil basé sur les

(¹) A laquelle il y aurait lieu d'ajouter en pratique la contrepression assez faible des échangeurs.

principes ci-dessus et fournissant régulièrement dès maintenant 30^{m^3} à 40^{m^3} à l'heure d'oxygène à 92 pour 100 ou 100^{m^3} à 120^{m^3} d'air suroxygéné à 55 ou 57 pour 100. »

PHYSIQUE. — *Mesure des très petits angles de rotation.* Note de M. MARCEL BRILLOUIN, présentée par M. Mascart.

« J'avais imaginé et réalisé, à Dijon, il y a plus de 20 ans, un procédé de mesure des très petits angles de rotation que j'ai appliqué depuis quelques années dans deux appareils, l'un qui est une modification de l'appareil d'Eötvös pour la mesure de l'ellipticité locale du géoïde, l'autre qui est un peson à lame de quartz flexible pour la mesure de la pesanteur.

» En voici le principe.

» Entre deux nicols à l'extinction sont placées :

» 1° Une lame épaisse de spath à faces parallèles, taillée à environ 45° de l'axe;

» 2° Une lame demi-onde à 45° des sections principales du spath;

» 3° Une deuxième lame de spath identique et parallèle à la première.

» Grâce à la lame demi-onde, ce système équivaut à une lame à faces parallèles d'épaisseur nulle ou très faible, suivant que les deux lames de spath sont parfaitement parallèles ou un peu inclinées l'une sur l'autre. Examiné en lumière parallèle, ce système donne une teinte plate dont la coloration varie avec l'inclinaison relative des deux spaths.

» Si les lames de spath ont chacune 2^{cm} d'épaisseur, une rotation de 54″ environ de l'une des lames autour d'un axe perpendiculaire à la section principale correspond à une longueur d'onde. Si on lit le centième de frange, ce qui est facile, on mesure la demi-seconde d'arc.

» L'angle α, de l'axe du spath avec la normale aux faces, qui donne le maximum de sensibilité sous l'incidence normale, est de 41°30′. L'angle qui rend la sensibilité indépendante de l'incidence et de la déviation dans la plus grande étendue, est de 53°6′; la sensibilité est diminuée de $\frac{1}{9}$. Le spath de 2^{cm} donne, dans le premier cas, une frange pour 52″; dans le second, une frange pour 58″. Les spaths, taillés à 45°, tels que me les avait fournis Laurent en 1882, suffisent très bien.

» Les deux mêmes lames de spath, croisées sans interposition de lame demi-onde, donneraient le même résultat; mais les franges en lumière convergente auraient le même écart, inférieur à 1′, et, pour obtenir une

teinte pure en lumière parallèle, on devrait viser avec une puissante lunette et diaphragmer au foyer avec une fente qui sous-tende le même très petit angle $0'',5$ que l'on veut pointer. Il n'y aurait aucun gain d'encombrement sur l'emploi du miroir de Gauss-Poggendorff.

» Mais, grâce à la lame demi-onde, pour un même angle d'une lame par rapport à l'autre, un changement considérable d'incidence, 3° et même davantage, est nécessaire pour augmenter la différence de marche d'une longueur d'onde; tel est l'écart des franges en lumière convergente.

» Le diaphragme au foyer principal de l'objectif, nécessaire pour fixer l'incidence à un centième de frange près, peut alors sous-tendre un angle de $2'$, bien que ce centième de frange corresponde à une rotation de l'un des spaths de $0'',5$, c'est-à-dire 250 fois moindre.

» De cette différence résulte l'avantage considérable de ce dispositif sur ceux qui dérivent de l'optique géométrique. Un objectif dont l'ouverture utilisée ne dépasse pas un quart de centimètre carré, et dont la distance focale est de 7^{cm} suffit à fixer l'incidence. Une source de lumière telle qu'une veilleuse à essence minérale éclaire suffisamment.

» Enfin, une seule pièce, le spath fixe, doit être très rigidement lié au support de la pièce mobile. La lunette, les pièces accessoires dont il reste à parler, peuvent subir des rotations de plusieurs secondes sans inconvénient pour l'exactitude de la mesure, ce qui permet de les isoler par des cales de feutre, pour éviter toute transmission de trépidations pendant la mesure.

» *Mesure par compensation.* — Le procédé de mesure que j'ai trouvé le plus sûr consiste à compenser la différence de marche au moyen d'un compensateur à teintes plates en quartz, auquel on peut donner diverses formes, et à constater la compensation par le retour entre ses repères de la frange achromatique d'un compensateur Babinet.

» *Résultats.* — La mesure des petites rotations à $\frac{1}{2}$ seconde près n'exige qu'un appareil optique de moins de 30^{cm} de longueur totale, de la source à l'œil, sur 3^{cm} ou 4^{cm} de diamètre maximum. Le spath mobile et sa boîte d'aluminium pèsent environ 4^{g}. On peut même réduire la pièce mobile à être un simple miroir, en remplaçant la lame demi-onde par une lame quart d'onde et en employant un arrangement autocollimateur.

» Les détails de montage, qui d'ailleurs ne peuvent embarrasser un physicien expérimenté, seront décrits ailleurs. »

OPTIQUE. — *Sur la determination des maxima et minima de transparence.* Note de M. C. CAMICHEL, présentée par M. J. Violle.

« Dans nos recherches sur les indophénols, M. Bayrac et moi, nous avons montré l'utilité de la détermination des maxima et minima de transparence, pour caractériser les corps qui présentent dans leurs spectres d'absorption des bandes brillantes ou obscures aussi larges souvent que le spectre lumineux tout entier.

» Cette détermination peut se faire directement avec n'importe quel spectrophotomètre, pourvu que l'égalité des deux spectres comparés ait lieu en même temps pour toutes les radiations, ce qui exige que le rapport suivant lequel la lumière de l'un des faisceaux est affaiblie soit indépendante de la longueur d'onde.

» Soient 1 et 2 les deux spectres que l'on compare, l'intensité du spectre 1 peut être atténuée dans un rapport connu. On vérifie d'abord que les deux spectres présentent dans toute leur étendue la même intensité. On interpose, ensuite, la matière absorbante sur le trajet du faisceau donnant le spectre 2. On détermine les longueurs d'onde λ_1 et λ'_1 des radiations qui ont même intensité dans le spectre d'absorption 2 et dans le spectre de comparaison 1; on note le rapport k_1, dans lequel est affaiblie la lumière qui forme le spectre 1. On recommence les mêmes déterminations, en prenant un rapport $k_2 < k_1$, si l'on cherche un minimum de transparence. Les longueurs d'onde des radiations qui ont même intensité dans les deux spectres sont, alors, λ_2 et λ'_2 .... On construit la courbe (λ, k) des coefficients de transmission en fonction des longueurs d'onde, et la courbe $\left(\frac{\lambda+\lambda'}{2}, k\right)$, diamètre conjugué des cordes parallèles à l'axe des λ. Ces deux courbes se coupent très nettement; leur intersection donne la longueur d'onde correspondant au minimum de transparence,

» L'appareil employé n'est autre que le spectrophotomètre Gouy dans lequel les deux nicols sont remplacés par un disque tournant présentant des secteurs pleins et des secteurs vides. Ce procédé a déjà été employé par divers expérimentateurs (Napoli, Guthrie, Hammerl). Des expériences nombreuses faites sur diverses personnes m'ont montré, qu'en donnant au disque une vitesse suffisante pour que l'impression produite sur l'œil de l'observateur soit continue, *on atténue l'intensité de la lumière dans un rapport indépendant de la vitesse du disque et égal à la surface des secteurs vides divisée par la surface totale du disque.*

» Voici quelques nombres :

Rapport entre la surface des secteurs vides et celle du disque.	Observation.	Différence.
0,250	0,256	—0,006
0,333	0,327	—0,003
0,500	0,493	+0,007
0,667	0,667	0,000

» Les différences sont toujours inférieures aux erreurs expérimentales; elles sont d'ailleurs tantôt positives, tantôt négatives.

» On transforme facilement un spectroscope ordinaire à deux ou trois prismes en spectrophotomètre en lui ajoutant un deuxième collimateur, une glace argentée sur la moitié de l'une de ses faces et en remplaçant l'oculaire par un trou percé dans une plaque mince située dans le plan focal de la lunette d'observation.

» Les disques se font en carton mince : ils deviennent plans en tournant.

» On peut donner aux plages monochromatiques la forme que l'on veut, en enlevant convenablement l'argenture de la glace, et produire, par exemple, *l'apparence de franges* qui disparaissent quand l'égalité est obtenue.

» Il est inutile dans ce spectrophotomètre de faire varier, pendant la rotation, la surface des secteurs vides; il suffit de chercher dans le spectre la radiation pour laquelle l'égalité est réalisée.

» Un autre procédé d'atténuation de la lumière, bien inférieur à celui des disques tournants, consiste à employer des paquets de lames de verre blanc contenant 1, 2, 2, 5, 10, etc. lames; on manie ces paquets comme les poids d'une boîte. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Quelques remarques sur la perturbation magnétique du* 31 *octobre* 1903. Note de M. **Ém. Marchand**, présentée par M. Mascart.

« I. Cette perturbation a été enregistrée, au Pic du Midi et à Bagnères-de-Bigorre, par les appareils photographiques du système de M. Mascart qui fonctionnent régulièrement dans ces deux stations.

» Les oscillations des barreaux ont commencé le 30, vers 21^h (temps civil); mais c'est surtout le 31, de 7^h à 21^h, qu'elles ont été fortes et

rapides : assez fortes pour que les courbes (surtout celle de la composante horizontale) soient sorties parfois du champ de l'enregistrement, assez rapides pour ne pas toujours laisser une trace sur le papier sensible des appareils. A cette période d'agitation exceptionnelle a succédé une phase de mouvements plus lents et moins étendus qui a duré jusqu'à 7^h du 1er novembre.

» II. En comparant les valeurs de la déclinaison *enregistrée,* aux moments des plus grands écarts ($15^h 35^m$ à $17^h 15^m$ du 31 octobre) aux normales correspondantes, on trouve :

	Pic du Midi.	Bagnères.
$15^h.35^m$	$+ 47'.0$	$+ 39'.0$
17.15	$- 39.3$	$- 34.4$
Variation totale	86.3	73.4

» Et, comme la variation diurne normale entre $15^h 35^m$ et $17^h 15^m$ est sensiblement de $-1',6$, pendant les jours voisins, la différence réelle entre les valeurs extrêmes de la déclinaison a été de $1°27',9$ pour le Pic du Midi, et de $1°15',0$ pour Bagnères.

» On remarquera que l'écart positif maximum est plus grand que l'écart négatif dans l'une et l'autre stations, tandis que, dans l'ensemble de la perturbation, la déclinaison *tend à diminuer* plutôt qu'à augmenter.

» III. Les nombres précédents montrent une différence sensible dans l'amplitude des écarts enregistrés simultanément; cette amplitude augmente quand on passe de la station basse à la station élevée. La même augmentation s'observe à divers degrés dans les oscillations correspondantes (et synchroniques), pendant toute la durée de la perturbation.

» D'autre part, les courbes de Perpignan, qui m'ont été obligeamment communiquées par M. Fines, indiquent, pour la variation totale de déclinaison, un nombre très légèrement inférieur à celui de Bagnères : $1°14'2$.

» On ne peut donc rattacher l'augmentation d'amplitude constatée entre Bagnères et le Pic du Midi qu'à celle de l'*altitude*, qui est pour la première station de 550^m, et de 2860^m pour la deuxième.

» Les mêmes faits se sont d'ailleurs produits dans toutes les perturbations de la déclinaison, enregistrées simultanément à Bagnères et au Pic du Midi, depuis le mois d'octobre 1895.

» IV. Si l'on admet cette interprétation, on devra en conclure que, *pendant les orages magnétiques, les courants perturbateurs du champ terrestre sont situés, au moins partiellement, dans les hautes régions de l'atmosphère.*

» Ce résultat avait déjà été donné, en 1884, par Blavier, qui l'avait déduit de l'étude comparée des courants telluriques, dans les lignes télégraphiques, et des variations du magnétisme terrestre.

» V. Ces *courants telluriques* se sont produits, le 31 octobre, dans la ligne télégraphique qui relie nos deux stations et qui est, dans son ensemble, dirigée du sud au nord. Ils ont été assez intenses pour actionner les sonneries et pour être mesurés, avec les galvanomètres ordinaires, par mes collaborateurs de Bagnères et du Pic du Midi.

» VI. La variation d'amplitude des oscillations correspondantes entre Bagnères et le Pic du Midi permet de se rendre compte *approximativement* de l'altitude des courants perturbateurs, si l'on admet qu'ils agissent seuls sur les déclinomètres, ou du moins que leur action est très prédominante. Cette action est inversement proportionnelle à la simple distance, et proportionnelle, d'autre part, aux *faibles* déviations angulaires observées. On déduit de là que, le 31 octobre, les courants perturbateurs étaient dirigés du sud au nord par 14^{km} environ d'altitude, à $15^h 35^m$; et dirigés du nord au sud, par 19^{km} environ d'altitude, à $17^h 15^m$.

» VII. Les observations du Soleil, faites régulièrement au Pic du Midi par mon collaborateur, M. Latreille, montrent (conformément à la remarque déjà faite par d'autres observateurs) que l'orage magnétique du 31 octobre a coïncidé avec le passage d'un groupe important de taches au méridien central.

» A ce sujet, on me permettra de rappeler que j'ai énoncé, dans une Communication faite à l'Académie le 8 janvier 1887, la loi générale suivante :

» *Les perturbations magnétiques se produisent lorsqu'une région d'activité du Soleil passe au méridien central.*

» Dans cet énoncé, le mot *région d'activité* désigne une portion de la surface solaire dans laquelle on observe (généralement pendant plusieurs rotations consécutives) des facules seules ou des facules avec des taches; les facules constituant, d'après moi, le phénomène fondamental de l'activité solaire, tandis que les taches n'en sont que des manifestations secondaires.

» Revenant sur cette question, dans un Mémoire inséré aux *Comptes rendus du Congrès international de Météorologie de* 1900, j'ai indiqué que les régions d'activité persistent parfois *plusieurs années* à la surface du Soleil, et que *ces régions actives très persistantes déterminent souvent les grandes perturbations magnétiques.*

» L'orage magnétique du 31 octobre vérifie cette dernière remarque : la région solaire à laquelle il se rattache existe depuis longtemps et a donné, à chacun de ses retours au méridien central, une perturbation le plus souvent très faible, mais parfois assez forte ou forte (Exemples : 5 octobre, 9 septembre, 13 août, 31 mars 1903;

21 septembre, 24 août, 8 mai, 10 avril 1902; cette dernière, une des plus fortes de 1902).

» Cette région a été souvent dépourvue de taches, et j'insiste sur ce fait : *la présence des taches n'est pas nécessaire pour qu'une forte perturbation se produise,* et, quand elles existent, leur dimension n'est pas généralement proportionnelle à l'intensité des troubles magnétiques correspondants. C'est ainsi que le groupe de taches qui passait au méridien central le 11 octobre, plus étendu que celui du 31, n'a déterminé qu'une perturbation assez faible (variation de 8′ à 9′ en déclinaison). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une séparation rigoureuse dans la série des terres rares.* Note de MM. **G. Urbain** et **H. Lacombe**, présentée par M. H. Moissan.

« La cristallisation fractionnée de deux sels non isomorphes ne permet d'obtenir à l'état de pureté que le moins soluble ou le plus abondant de ces sels. A partir d'une certaine composition de la solution, les deux sels cristallisent simultanément formant un mélange eutectique et jamais, en répétant les cristallisations, le sel le plus soluble ne pourra être débarrassé complètement du précédent.

» Dans le cas de sels isomorphes, les phénomènes que l'on observe sont tout différents. Par une série de cristallisations fractionnées habilement conduites, un mélange de sels isomorphes peut être séparé en ses constituants dans l'ordre de leurs solubilités. Après un nombre suffisant de fractionnements, chacun d'eux pourra être obtenu à l'état de pureté. On observe, en effet, que, dans un mélange de sels isomorphes, un terme plus soluble diminue la solubilité d'un terme moins soluble. Les solubilités propres de chaque sel considéré à l'état pur sont ainsi profondément modifiées par la présence, dans leur dissolution, d'un sel homologue de la série, de telle sorte que, dans des séparations par cristallisations fractionnées, la solubilité individuelle de chaque sel paraît moins intervenir que la tendance que ces sels ont à se substituer les uns aux autres dans le réseau cristallin.

» Cette tendance à la substitution dans le réseau cristallin est la cause qui permet de séparer, dans quelques cas, à l'état pur, les sels les moins solubles de ceux qui s'accumulent dans les eaux mères sans qu'on puisse déceler dans ces dernières, même par les procédés les plus délicats, la présence des sels qui ont cristallisé en premier.

» Pour séparer des éléments dont les propriétés varient aussi peu d'un terme à l'autre que dans la série des terres rares, on met généralement à profit cette remarquable propriété des sels isomorphes. C'est par des cristallisations de sels relativement très solubles que l'on obtient dans cette série les meilleurs résultats. Les sels doubles, dont les différences de solubilité d'un terme à l'autre sont, en général, plus grandes que celles des sels simples, conviennent particulièrement à ce genre de séparations. La méthode des fractionnements est actuellement et restera d'ici longtemps la seule qui permette de séparer les terres rares entre elles, abstraction faite du cérium qui seul, dans la série, présente des oxydes supérieurs stables qui ont toujours été utilisés pour sa séparation.

» Toutefois, le vice inhérent à la méthode des fractionnements pour la séparation des terres rares est la présence des portions intermédiaires qui souvent peuvent être considérablement réduites, mais qui, *a priori*, ne peuvent jamais être annulées.

» Il existe, cependant, un cas où un pareil résultat peut être atteint : c'est celui où un élément usuel pouvant se séparer aisément des terres rares présente avec elles un cas d'isomorphisme. Et encore, faut-il que la solubilité du sel de l'élément usuel soit intermédiaire entre celles de deux termes de la série.

» Nous avons pu réaliser ce cas en mettant à profit l'isomorphisme du nitrate double de magnésium et de bismuth avec les nitrates doubles de magnésium et de terres rares (G. Urbain et H. Lacombe, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 568). Un premier examen nous ayant fait rapprocher ce composé de bismuth des sels correspondants du groupe samarium-gadolinium, nous avions pensé, dès le début de ces recherches, que si aux nitrates magnésiens de ces terres, dont le fractionnement a donné à Demarçay (*Comptes rendus*, t. CXXX, 1896, p. 1019; t. CXXXII, 1901, p. 1484; t. CXXXIII, 1901, p. 1469) de si brillants résultats, nous ajoutions une certaine proportion de nitrate magnésien de bismuth, cet élément usuel viendrait peu à peu s'intercaler entre deux éléments de la série rare, jouant ainsi le rôle d'élément séparateur. Une simple précipitation par l'hydrogène sulfuré permettant d'éliminer ensuite le bismuth, nous devions obtenir ainsi une séparation rigoureuse pour la première fois dans la série des terres rares.

» L'expérience a confirmé pleinement nos prévisions et les résultats obtenus ont dépassé notre attente.

» Nous avons fractionné à l'état de nitrates magnésiens : 1° des terres riches en samarium; 2° des terres riches en gadolinium. Dans les deux cas nous avons ajouté aux nitrates magnésiens des terres rares une quantité notable de nitrate magnésien de bismuth.

» Après 35 séries de fractionnement portant sur 16 fractions nous avons fait les observations suivantes :

» Le néodyme se concentre dans la fraction de tête et y demeure exclusivement tant qu'il se trouve en présence de bismuth.

» Le samarium vient ensuite. L'oxyde extrait de la fraction 2 présente la faible coloration jaune caractéristique du samarium. Cette coloration diminue dans les fractions suivantes.

» De même la coloration jaune et le spectre d'absorption des dissolutions décroissent d'un terme au suivant. La proportion de terres rares décroît en même temps que s'accroît la proportion de bismuth.

» Dans la première expérience (terres riches en samarium) les fractions 11 et 12 ne contenaient plus qu'une trace de terres rares.

» Dans la seconde (terres pauvres en samarium) les fractions 4, 5 et 6 *ne renfermaient que du bismuth.*

» Dans les fractions suivantes les terres rares apparaissent de nouveau et leur proportion va en croissant jusqu'à l'extrémité du fractionnement, tandis que la proportion du bismuth va en diminuant.

» Les dissolutions ne présentent aucun spectre d'absorption, sauf la dernière, où l'on distingue faiblement les bandes du dysprosium. La coloration des oxydes s'accentue à partir de la gadoline blanche jusqu'à la dernière fraction dont la terre est rouge de brique.

» L'ensemble de ces observations montre que le bismuth s'intercale incontestablement entre le samarium et le gadolinium.

» Nous serons moins affirmatifs en ce qui concerne l'europium de Demarçay. Dans le but d'élucider ce dernier point, nous traitons actuellement près de 1^{kg} de terres intermédiaires entre le samarium et le holmium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le kermès*. Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. Haller. (Extrait.)

« *Conclusions.* — 1° Toutes les preuves qu'on a données jusqu'ici de la présence de Sb^2O^3 dans le kermès sont insuffisantes ; il est probable que le kermès n'en contient pas.

» 2° Le pyroantimoniate de sodium forme une partie importante du kermès.

» 3° En s'appuyant sur ce que l'acide tartrique enlève de l'oxyde antimonieux à un mélange de Sb^2S^3 et de pyroantimoniate, il est naturel de penser que le kermès doit ses propriétés thérapeutiques à Sb^2O^3 formé au contact de l'acidité stomacale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acétones acétyléniques. Nouvelle méthode de synthèse des isoxazols*. Note de MM. **Ch. Moureu** et **M. Brachin**, présentée par M. H. Moissan.

« Nos recherches antérieures (¹) ont établi que les acétones à fonction acétylénique $R - C \equiv C - CO - R'$ donnaient, en réagissant sur les hydrazines, par transposition moléculaire avec fermeture de chaîne des hydrazones d'abord formées, des pyrazols identiques à ceux que fournissent les dicétones-β qui en dérivent par hydratation. La présente Note a pour objet l'étude parallèle du mode d'action de l'hydroxylamine sur les mêmes composés.

» Nous avons étudié cinq acétones : l'acétylphénylacétylène, le propionylphénylacétylène, le butyrylphénylacétylène, le benzoylphénylacétylène et l'anisoylphénylacétylène. En faisant réagir l'hydroxylamine sur ces corps, nous avons constamment obtenu les isoxazols correspondants.

» La réaction se passe nécessairement en deux phases :

» 1° Il y a d'abord formation d'une oxime à fonction acétylénique; exemple :

$$\underbrace{C^6H^5 - C \equiv C - CO - CH^3}_{\text{Acétylphénylacétylène.}} + \underbrace{H^2.AzOH}_{\text{Hydroxylamine.}} = H^2O + \underbrace{C^6H^5 - C \equiv C - \underset{\underset{\displaystyle HO}{\displaystyle \overset{\|}{Az}}}{C} - CH^3}_{\text{Oxime acétylénique.}};$$

» 2° Dans la seconde phase, l'oxime produite s'isomérise en fermant la chaîne pour donner l'isoxazol :

$$\underbrace{C^6H^5 - C \equiv C - \underset{\underset{\displaystyle HO}{\displaystyle \overset{\|}{Az}}}{C} - CH^3}_{\text{Oxime acétylénique.}} = \underbrace{\begin{array}{ccc} CH & \overset{4\quad 3}{=\!=} & C - CH^3 \\ \| & & \| \\ C^6H^5 - C^{5} & & {}^{2}Az \\ & \diagdown\ {}^{1}\ \diagup & \\ & O & \end{array}}_{\text{3-méthyl 5-phénylisoxazol.}}$$

» Les composés ci-dessous décrits ont été ainsi obtenus. On les prépare

(¹) *Comptes rendus*, 25 mai 1903.

tous en chauffant à reflux une solution hydroalcoolique mixte d'acétone acétylénique et d'hydroxylamine (chlorhydrate d'hydroxylamine + acétate de soude). Ils ne sont pas dédoublables par l'acide chlorhydrique, ce qui établit leur structure cyclique.

» 3-*méthyl* 5-*phénylisoxazol* $O.Az\,C^3H(CH^3)(C^6H^5)$. — Ce corps, obtenu en partant de l'acétylphénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CO - CH^3$, se présente, après cristallisation dans l'éther de pétrole, en feuillets blancs, légers, fusibles à 68°. Il distille à 151°-152° sous 19^{mm}, et est facilement entraînable par la vapeur d'eau. L'acide chlorhydrique concentré le dissout à froid; l'addition d'un excès d'eau à la solution le précipite immédiatement sous la forme de gros flocons blancs. — En traitant par la lessive de soude l'oxime du dichlorure de benzylidène-acétone

$$C^6H^5 - CH\,Cl - CH\,Cl - CO - CH^3,$$

Goldschmidt [1] a obtenu un composé cristallisant en grosses tables qui fondaient à 65°, soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, et se transformant en 3-méthyl 5-phénylpyrazol sous l'action de l'ammoniaque à 250°. Ce produit est certainement identique au nôtre.

» 3-*éthyl* 5-*phénylisoxazol* $O.Az\,C^3H(C^2H^5)(C^6H^5)$. — L'acétone génératrice est ici le propionylphénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CO - C^2H^5$. L'isoxazol bout à 157°-158° sous 18^{mm}, et fond au voisinage de −2°; $D_0^{18} = 1,0766$. Soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, il est reprécipitable de cette solution par un excès d'eau.

» Le propionylphénylacétylène n'avait pas encore été préparé. Nous l'avons obtenu en faisant réagir le chlorure de propionyle sur le phénylacétylène sodé. Il distille à 137°-138° sous 16^{mm}, et fond à +8° +10°; $D_0^{23} = 1,0043$.

» 3-*propyl* 5-*phénylisoxazol* $O.Az\,C^3H(C^3H^7)(C^6H^5)$. — Ce corps, qui s'obtient en partant du butyrylphénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CO - C^3H^7$, distille à 168°-169° sous 18^{mm}, et fond entre +5° et +10°; $D_0^{18} = 1,0536$. Soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, il est, comme les précédents, précipité immédiatement de cette solution par un excès d'eau.

» Le butyrylphénylacétylène avait déjà été obtenu par l'un de nous, en commun avec M. Delange, en condensant le butyrate d'amyle avec le phénylacétylène [2]. Nous l'avons préparé bien pur et avec de meilleurs rendements en traitant le phénylacétylène sodé par le chlorure de butyryle. Il distille à 148°-150° sous 18^{mm}; $D_0^{23} = 0,9859$.

» 3-5-*diphénylisoxazol* $O.Az\,C^3H(C^6H^5)^2$. — Obtenu en partant du benzoylphénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CO - C^6H^5$, le produit cristallise dans l'alcool en beaux feuillets blancs, brillants, légers, très réguliers, peu solubles dans l'éther. Chauffé dans un tube capillaire au bain d'acide sulfurique, il fond en partie à 142°; à partir de 170°, il fournit un dégagement de gaz, et la fusion n'est complète que vers 190°; par refroidissement, le produit se solidifie, et, en le chauffant de nouveau, il fond

(1) *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 1532.
(2) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 374.

complètement entre 140° et 146°. Il est insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré.

En traitant le dichlorure de benzylidène-acétophénone

$$C^6H^5 - CHCl - CHCl - CO - C^6H^5$$

par le chlorhydrate d'hydroxylamine et la lessive de soude, on obtient, d'après Goldschmidt (1), un corps fusible à 141°. Étant donné le mode de formation du composé de Goldschmidt et les divers caractères qu'il en donne, ce composé est sans aucun doute le même que le nôtre. Mais la fusion à 141°, contrairement au dire de l'auteur, n'est que partielle, et doit être envisagée comme un commencement de décomposition.

» 3-*anisyl* 5-*phénylisoxazol* $O.AzC^3H(C^6H^4 - OCH^3)(C^6H^5)$. — Ce composé dérive de l'anisoylphénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CO - C^6H^4(OCH^3)$. Il cristallise dans l'alcool méthylique en fines aiguilles blanches, fondant à 128°-129°. Il est insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré.

» *En résumé*, les acétones acétyléniques, en réagissant sur l'hydroxylamine, fournissent des isoxazols. Les rendements sont quantitatifs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon.* Note de M. L. MAQUENNE, présentée par M. ROUX.

« Dans une précédente Communication j'ai fait voir que, en dehors de toute action biochimique, l'empois d'amidon rétrograde avec le temps, c'est-à-dire devient en partie insoluble dans l'extrait de malt, à froid (2).

» Cette transformation est subordonnée à un grand nombre de variables indépendantes, telles que la température de la conservation, la nature du milieu, la concentration des liqueurs, etc.

» J'examinerai aujourd'hui l'influence de la température qui semble prépondérante et celle des acides minéraux, employés à dose insuffisante pour produire même un commencement de saccharification.

» Toutes les expériences qui suivent ont porté sur 40^{cm^3} d'empois à 5 pour 100 de fécule, préparé à 100°, puis maintenu 15 minutes en autoclave à 120°. On arrive du reste à des résultats du même ordre avec des empois chauffés pendant une demi-heure à 130°, en tubes scellés ou simplement obturés par un tampon d'ouate.

» Les fioles dans lesquelles on devait ajouter un réactif quelconque après la stérilisation recevaient en outre 5 gouttes de toluène.

» La saccharification a été faite sous volume constant, à la température ordinaire (22° pour l'expérience I), avec la même quantité de malt et à égalité de minéralisation.

(1) *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 2540.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 88.

Pour assurer celle-ci on a eu soin, avant d'introduire la solution d'amylase aux fioles des expériences II et III, de neutraliser exactement leur contenu et d'ajouter à chacune d'elles un poids de sulfate (ou chlorure) de potassium calculé de manière qu'elles en contiennent toutes la même quantité.

» Dans les séries II et III, où l'on ne s'est pas servi de thermostat, les essais ont été commencés et poursuivis simultanément, pour compenser l'influence des fluctuations inévitables de la température ambiante.

» Les Tableaux qui suivent donnent, en centièmes, la valeur de la rétrogradation déduite par le calcul, soit du poids de matière soluble contenue dans le mélange saccharifié (II et III), soit de la quantité de sucre présente dans le même mélange (I).

Expérience I. — *Influence de la température.*

Conservés à		36°.	22°.	14°.	0°.
Après	3 jours	6,2	7,8	13,3	22,1
	6 jours	7,4	8,1	16,7	26,8
	9 jours	6,8	8,8	18,0	28,3

Expérience II. — *Influence de l'acide sulfurique.*

Conservés pendant		3 jours.	6 jours.	9 jours.	12 jours.
SO^4H^2 dans 100^{cm^3}	0 g	6,9	9,0	10,6	10,4
	0,0122	7,5	11,5	12,0	13,7
	0,0612	9,6	12,6	14,2	14,0
	0,1225	8,7	12,2	13,8	15,2
	0,6125	8,4	11,5	13,3	15,9
	1,2250	8,0	11,2	12,7	15,5

Expérience III. — *Influence de l'acide chlorhydrique.*

Conservés pendant		3 jours.	6 jours.	9 jours.	12 jours.
	0 g	6,5	8,0	10,1	10,2
HCl dans 100^{cm^3}	0,0091	10,1	10,9	12,0	12,0
	0,0456	12,3	11,9	12,3	13,8
	0,0912	10,0	10,2	13,1	12,9
	0,4562	7,2	9,2	10,5	12,9
	0,9125	8,3	9,9	11,9	12,7

» De ces chiffres on tire immédiatement les conclusions suivantes :

» 1° La rétrogradation est d'autant plus rapide et plus profonde que la température est plus basse ;

» 2° Ce phénomène est favorisé par la présence des acides minéraux, même à la dose de $\frac{1}{10000}$ seulement;

» 3° Il tend vers une limite qui, en milieu neutre et à 0°, paraît être voisine de 30 pour 100.

» Ces derniers résultats concordent avec ceux que donne, plus rapidement, l'*amylo-coagulase* de MM. Wolff et Fernbach ([1]); celle-ci n'agit donc que pour faciliter une transformation qui est susceptible de s'accomplir sous d'autres influences, d'ordre exclusivement physique ou chimique.

» Je ferai connaître ultérieurement la suite de ces recherches; qu'il me soit permis, en terminant, de remercier ici mon élève, M. Goodwin, pour l'aide qu'il a bien voulu me fournir dans la dernière partie de ce travail. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de la nature du milieu extérieur sur la composition organique de la plante.* Note de MM. **Alex. Hébert** et **E. Charabot**, présentée par M. Haller.

« Les recherches que nous avons effectuées dans le but indiqué précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 160, 1009 et 1678) nous ont fourni l'occasion d'étudier l'action des sels minéraux contenus dans le sol sur la composition organique de la plante, et de compléter ainsi l'étude qui, jusqu'alors, avait été limitée à la matière minérale ([2]).

» Les divers échantillons de menthe poivrée prélevés dans les conditions décrites antérieurement (*loc. cit.*) ont été soumis à l'analyse; nous y avons dosé le carbone, l'hydrogène et l'azote; l'oxygène a été calculé par différence entre la matière organique et la somme des nombres représentant les proportions des trois autres éléments cités.

» Nous n'indiquerons pas en détail les nombreux résultats que nous avons obtenus, ceux-ci seront exposés dans un autre Recueil et nous ne retiendrons ici que les conclusions qui peuvent s'en dégager.

» En premier lieu, nous avons pu vérifier un certain nombre de faits déjà signalés à plusieurs reprises; c'est ainsi que la composition centésimale des plantes fraîches, puis sèches, accuse une quantité d'eau, de cendres, de matières azotées bien plus considérable chez les sujets jeunes que chez les sujets arrivés à maturité; nous n'insisterons pas sur ces résultats qui ont été observés par divers savants : MM. Berthelot

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 718.

([2]) Hébert et Truffaut, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1212; t. CXXVI, p. 1831.

et André, Dehérain, etc. Toutefois, nous ferons remarquer que chez les végétaux arrivés à maturité, et le fait est surtout manifeste quand on examine la composition centésimale des plantes sèches, *les proportions de cendres, de matière organique et des éléments qui composent celle-ci : carbone, hydrogène, azote, oxygène, sont très voisines les unes des autres, quel que soit le sel ajouté au sol.* Ces proportions, en effet, varient seulement entre les extrêmes :

	Organes aériens.	Racines.
Cendres	8,60—11,0	6,70—11,70
Matière organique	89,00—91,40	88,30—93,30
Carbone	44,64—46,48	41,22—43,75
Hydrogène	5,57— 5,83	5,50— 6,03
Azote	1,16— 1,63	0,70— 1,07
Oxygène	36,14—39,78	40,32—45,12

» Enfin, la composition centésimale de la matière organique montre encore bien mieux cette constance des proportions des quatre éléments organiques, malgré la diversité des sels ajoutés. C'est ainsi que l'on peut constater que ces proportions varient seulement entre les limites :

	Organes aériens.	Racines.
Carbone	48,94—51,66	44,45—47,60
Hydrogène	6,12— 6,45	5,99— 6,55
Azote	1,28— 1,79	0,75— 1,17
Oxygène	40,40—43,60	45,06—48,60

» Ces conclusions s'appliquent également à une prise d'essai faite au début de la végétation : les teneurs en carbone, hydrogène et oxygène y sont comprises entre les limites que nous venons d'indiquer. Exception est faite pour l'azote qui se montre en proportion plus forte chez les jeunes plantes, ainsi que l'ont fait remarquer antérieurement plusieurs chimistes.

» La formule de la matière organique (rapportée à un poids moléculaire égal à 100) est assez uniforme : le nombre des atomes de chacun des éléments varie seulement entre les limites

$$C^{4,1}H^{6,1}Az^{0,09}O^{2,5} \quad \text{à} \quad C^{4,0}H^{6,6}Az^{0,08}O^{3},$$

pour les organes aériens, et

$$C^{3,7}H^{6,0}Az^{0,05}O^{2,8} \quad \text{à} \quad C^{4,0}H^{6,6}Az^{0,08}O^{3},$$

pour les racines.

» Par contre, s'il y a pour ainsi dire identité de composition élémentaire chez les végétaux cultivés différemment, même avec addition au sol de substances diverses, *de très grandes variations se manifestent dans les quantités absolues de matière végétale et de ses éléments.*

» D'une façon générale, l'addition des sels au sol a été favorable et ces sels ont, presque dans tous les cas, joué le rôle d'engrais ; quelques irré-

gularités cependant se manifestent dans ces résultats. C'est ainsi que le nitrate d'ammonium, qui produit habituellement des effets favorables, a diminué fortement la production: peut-être la dose distribuée était-elle trop forte et a-t-elle été nocive pour les plantes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rapport entre l'intensité lumineuse et l'énergie assimilatrice chez des plantes appartenant à des types biologiques différents.* Note de M. Fr. Weis, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une série d'expériences instituées l'été passé au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, je me proposai de résoudre les questions suivantes :

» 1° De trouver une expression numérique de l'énergie assimilatrice spécifique dans les mêmes conditions d'expérience chez des plantes qui, eu égard à leurs besoins de lumière, appartiennent à des types biologiques différents;

» 2° De déterminer l'énergie assimilatrice chez la même plante exposée à des intensités lumineuses différentes.

» J'ai installé ces premières expériences avec les plantes suivantes, qui sont à un degré plus ou moins élevé, plantes d'ombre ou plantes de lumière : *Marchantia polymorpha, Polypodium vulgare* et *Œnothera biennis.* Pour la première j'ai pris des thalles jeunes, vigoureux, non fructifiés; pour les deux autres de jeunes feuilles entières, mais n'ayant pas achevé complètement leur développement, riches en chlorophylle et dans une période d'assimilation intense. Thalle ou feuilles étaient placés aussitôt après la récolte dans des tubes de verre plats à parois planes, dans lesquels se trouvait une atmosphère particulièrement riche en gaz carbonique (8 à 10 pour 100) et fermés par du mercure recouvert d'une mince couche d'eau. L'analyse de l'air des tubes se faisait au moyen de l'appareil à analyses de MM. Bonnier et Mangin, immédiatement avant et après l'expérience.

» Afin de pouvoir comparer, on calculait l'acide carbonique absorbé et l'oxygène dégagé par centimètre carré de surface assimilatrice, sans tenir compte de l'épaisseur des organes, du nombre des couches de cellules chlorophylliennes ni de la quantité absolue de chlorophylle. Cependant on déterminait toujours le poids et le volume du thalle et des feuilles immédiatement après chaque expérience. Celles-ci furent faites à environ la même température (respectivement dans les trois séries d'essais à 25°, 25°,5 et 23°C.) mesurée dans des tubes placés aux côtés des tubes d'essais.

» Une série d'expériences était établie à la lumière solaire directe, les tubes étant placés de manière que les rayons solaires tombent à peu près

perpendiculairement aux surfaces assimilatrices; deux autres à la lumière diffuse, respectivement soixante et quatre-vingt-dix fois plus faible que la lumière solaire directe. L'énergie lumineuse se mesurait par le temps que mettait du papier photographique à prendre une teinte déterminée, comparée à une échelle de couleurs choisie et préparée dans ce but.

» Dans les expériences à la lumière directe, les tubes d'essais étaient placés sous des cloches de verre, entre les doubles parois desquelles passait un courant continu d'eau froide destinée à absorber les rayons calorifiques de la lumière solaire.

» Tous les essais durèrent 1 heure. Les résultats furent les suivants :

» Première série. — *Lumière solaire directe,* 25° C. *Composition du mélange gazeux avant les essais :* 10,13 *pour* 100 CO^2; 18,10 *pour* 100 O; 71,77 *pour* 100 Az.

	Marchantia.	*Polypodium.*	*Œnothera.*
Surface assimilatrice en centimètres carrés..	10,92	9,57	10,64
Poids du thalle (des feuilles) en grammes...	0,754	0,225	0,270
Volume du thalle (des feuilles) en centimètres cubes........................	0,9	0,5	0,3
Volume de l'air en centimètres cubes.......	27,0	25,0	23,7
Oxygène dégagé par centimètre carré de surface en centimètres cubes...............	0,0460	0,0640	0,1680
Gaz carbonique absorbé par centimètre carré de surface en centimètres cubes..........	0,0480	0,0650	0,1660
Coefficient d'assimilation (résultante) $\frac{O}{CO^2}$..	0,96	0,98	1,01

» Deuxième série. — *Lumière diffuse* $\frac{1}{60}$, 25°,5 C. *Composition du mélange gazeux avant les essais :* 8,05 *pour* 100 CO^2; 18,62 *pour* 100 O^2; 73,33 *pour* 100 Az^2.

	Marchantia.	*Polypodium.*	*Œnothera.*
Surface assimilatrice en centimètres carrés..	8,53	11,71	11,24
Poids du thalle (des feuilles) en grammes...	0,565	0,322	0,307
Volume du thalle (des feuilles) en centimètres cubes........................	0,8	0,5	0,3
Volume de l'air en centimètres cubes.......	25,5	26,7	25,6
Oxygène dégagé par centimètre carré de surface en centimètres cubes...............	0,0227	0,0690	0,0517
Gaz carbonique absorbé par centimètre carré de surface en centimètres cubes..........	»	0,0705	0,0517
Coefficient d'assimilation (résultante) $\frac{O}{CO^2}$..	»	0,98	1,00

» TROISIÈME SÉRIE. — *Lumière diffuse* $\frac{1}{90}$, 23° C. *Composition du mélange avant les essais :* 10,62 *pour* 100 CO^2; 18,47 *pour* 100 O^2; 70,91 *pour* 100 Az^2.

	Marchantia.	*Polypodium.*	*Œnothera.*
Surface assimilatrice en centimètres carrés..	7,38	11,51	7,70
Poids du thalle (des feuilles) en grammes...	0,335	0,352	0,217
Volume du thalle (des feuilles) en centimètres cubes..................................	0,7	0,5	0,4
Volume de l'air en centimètres cubes.......	22,0	24,0	24,0
Oxygène dégagé par centimètre carré de surface en centimètres cubes..............	0,0120	0,0270	0,0160
Gaz carbonique absorbé par centimètre carré de surface en centimètres cubes.........	»	0,0420	0,0270
Coefficient d'assimilation (résultante) $\frac{O}{CO^2}$..	»	0,65	0,60

» Les chiffres indiquant le gaz carbonique absorbé et l'oxygène dégagé représentent donc la mesure directe de l'énergie assimilatrice dans les conditions données d'expérience, lorsqu'on ne tient pas compte de la respiration qui a lieu simultanément et en sens inverse. Comme on sait, la lumière active beaucoup l'assimilation et a, d'autre part, une influence retardatrice sur la respiration et, quand la température ne dépasse pas environ 28° C., celle-ci est, relativement à l'assimilation, en bon éclairage, très faible, ce que montre aussi la faible différence trouvée pour les coefficients d'assimilation observée dans les deux premières séries d'expériences ci-dessus indiquées. Mais, lorsque l'intensité lumineuse tombe au-dessous d'une certaine limite et que l'assimilation devient très faible, cette perturbation peut avoir une influence. Elle se traduit, entre autres, par une variation du coefficient qui exprime la résultante de l'assimilation et de la respiration.

» De ces expériences, on peut, pensons-nous, tirer les conclusions suivantes : L'*Œnothera biennis* est une plante de soleil bien marquée qui, à la lumière solaire directe et à une température favorable à l'assimilation, assimile environ trois fois autant de gaz carbonique qu'à la lumière diffuse. A cette dernière lumière, le *Polypodium vulgare* assimile, au contraire, un peu plus énergiquement qu'à la lumière directe, et notablement plus que l'*Œnothera*. Le *Marchantia polyporpha* tient une place intermédiaire entre les plantes précédentes.

» Il y aurait un notable intérêt, à la fois théorique et pratique, à avoir des données numériques analogues, notamment pour les plantes qui luttent pour la lumière dans nos champs et nos bois. Mais, afin de tenir compte aussi bien des différents facteurs extérieurs que des particularités morphologiques, anatomiques et physiologiques des plantes en question, ces expériences devraient être instituées en grand et varier de toute manière, afin que l'on ait le droit d'établir un classement définitif des

plantes d'après leurs besoins en lumière. Les essais ci-dessus ne doivent être qu'une indication à cet égard. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure des cotylédons et la disposition de certaines racines adventives dans les plantules de Labiées.* Note de M. **René Viguier**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans le cours des recherches que nous avons entreprises sur les racines adventives, leur structure et leur raccord avec la tige, nous avons eu l'occasion de faire quelques remarques sur la structure des cotylédons et la disposition de certaines racines adventives dans les plantules de Labiées.

» Un jeune plant, provenant de germination de *Lamium album,* par exemple, présente dans tous ses membres un cylindre central à structure binaire avec disposition alterne des éléments ligneux et libériens, le plan de symétrie des cotylédons passant par le milieu des faisceaux libériens de l'axe hypocotylé. L'examen de plantules, rendues transparentes par un séjour prolongé dans une solution concentrée d'hydrate de chloral, additionnée de quelques gouttes de bleu d'aniline pour la coloration des vaisseaux, permet d'observer macroscopiquement la course des faisceaux; on constate ainsi la continuité parfaite du système vasculaire de la racine principale, de l'axe hypocotylé et des cotylédons; on voit, par transparence, les faisceaux s'incurver au sommet de l'axe hypocotylé et pénétrer dans les cotylédons, de sorte que la tigelle peut être considérée comme formée par la coalescence des pétioles cotylédonnaires.

» Une série de coupes transversales montre que la tigelle présente, sur toute sa longueur, une disposition alterne des éléments vasculaires; les seules modifications qu'on observe dans la partie supérieure de cet organe sont dues à la bifurcation des faisceaux libériens avant leur pénétration dans le cotylédon correspondant, ainsi qu'au partage de chaque faisceau ligneux en deux masses qui se rendent dans l'un et l'autre cotylédon.

» Comme cela a déjà été observé chez quelques autres plantes, la structure racine persiste ici dans le cotylédon; une section transversale du pétiole cotylédonnaire est réniforme, le hile étant occupé par les vaisseaux. Les pointes primaires occupent le plan de symétrie; les vaisseaux du bois sont disposés suivant deux arcs symétriques et les derniers formés occupent la face interne des libers. Il n'y a aucunement tendance à la disposition radiale; cette disposition est au contraire dépassée, en quelque sorte, puisque les pointes primaires viennent, dans les pétioles cotylédonaires, se placer dans un plan perpendiculaire au plan qu'elles occupaient dans la tigelle.

» La jeune tige est, au début, sans relation vasculaire avec les faisceaux de la plantule; on voit bientôt apparaître dans le méristème vasculaire quatre petits vaisseaux spiralés dessinant les quatre angles du cylindre central et allant rejoindre l'ensemble des faisceaux cotylédonaires. Ces quatre petits vaisseaux indiquent les pôles

ligneux de petits fascicules élémentaires; plusieurs petits fascicules élémentaires apparaissent successivement dans chaque angle, leur ensemble constituant un faisceau composé.

» Il se développe dans le *Lamium album*, au niveau de la bifurcation des faisceaux libériens, de fortes racines adventives; ces racines sont opposées et naissent dans le plan qui coupe symétriquement les cotylédons ainsi que les libers de la tigelle.

» *En résumé*, dans une Labiée telle que le *Lamium album* :

» 1. La structure tige s'établit indépendamment de la tigelle et il n'y a pas à proprement parler de passage de la racine à la tige.

» 2. Les cotylédons dans le *Lamium album* (ainsi que dans plusieurs autres Labiées : *Leonurus Cardiaca, Phlomis agraria, Nepeta Cataria, Calamintha Clinopodium, Hyssopus officinalis*, etc.) présentent une disposition alterne très nette des éléments libériens et ligneux.

» 3. Les racines adventives qui naissent au-dessous des cotylédons sont au nombre de deux, dans un plan perpendiculaire au plan des faisceaux ligneux primaires de l'axe hypocotylé. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le polymorphisme des nitrates.* Note de M. Fréd. Wallerant, présentée par M. de Lapparent.

« On sait quel intérêt présente, au point de vue du polymorphisme, l'étude des nitrates alcalins; quand on fait varier la température de cristallisation, on les voit changer de système cristallin avec la plus grande facilité; je me suis proposé de compléter les résultats connus en opérant la cristallisation aux basses températures. Depuis les recherches de Frankenheim, Lehmann et Wyrouboff, on sait que le nitrate d'ammoniaque, quand la température baisse, cristallise successivement dans les systèmes cubique, quadratique, orthorhombique, monoclinique quasi-ternaire. Or, si l'on refroidit des cristaux de cette dernière forme à une température un peu supérieure à celle de la neige-acide carbonique, on voit se produire de nombreuses lamelles hémitropes, qui disparaissent bientôt pour donner naissance à des cristaux homogènes uniaxes, dont la biréfringence est inférieure à celle des premiers cristaux. Le phénomène est reversible; on passe, autant de fois que l'on veut, d'une forme à l'autre en faisant varier la température. C'est en outre un cas de polymorphisme direct, suivant l'expression de Wyrouboff, c'est-à-dire que l'orientation de l'une des formes est déterminée par celle de l'autre; en passant d'une forme à

l'autre et en revenant à la première, on constate que celle-ci présente la même teinte de polarisation. En outre, il y a contraction notable, probablement dégagement de chaleur, lors du passage de la forme biaxe à la forme uniaxe. Il est facile de montrer que cette dernière est rhomboédrique; on constate, en effet, que les lamelles hémitropes, que produit le refroidissement dans les cristaux monocliniques, sont réparties en deux systèmes, et que les sections de ces cristaux, où les lamelles font entre elles un angle voisin de 120°, donnent naissance par transformation à des plages sensiblement perpendiculaires à l'axe optique de la nouvelle forme. Or j'ai montré que des lamelles hémitropes ne pouvaient se produire, par actions mécaniques, que si le plan de macle était un plan diamétral du cristal. Si donc deux lamelles symétriques par rapport à ce plan de macle se fondent par la transformation en une seule plage, autrement dit si elles deviennent parallèles, c'est que le plan diamétral se transforme en un plan de symétrie. Par conséquent la forme uniaxe possède deux plans et, par suite, trois plans de symétrie à 120°, passant par l'axe optique : le cristal est donc rhomboédrique.

» On voit comme conclusion que le nitrate d'ammoniaque est susceptible de cristalliser dans cinq systèmes, sur six que l'on distingue en tout. Il n'est d'ailleurs pas possible de prévoir les transformations qui se produiraient si on le soumettait à une température inférieure à celle de l'air liquide.

» Le nitrate de césium présente d'autres particularités intéressantes : cubique au-dessous de son point de fusion, il devient en refroidissant rhomboédrique. Or, si l'on amène progressivement un cristal rhomboédrique à la température de l'air liquide, on voit la biréfringence diminuer jusqu'à devenir nulle : le cristal est de nouveau isotrope. Mais il y a une différence notable entre les deux passages de la forme rhomboédrique à l'isotropie : quand le passage est déterminé par l'élévation de température, la transformation est brusque, et donne naissance à un véritable corps cubique. Au contraire, dans le cas du refroidissement, la transformation est progressive, de telle sorte que, si la biréfrigence est pratiquement nulle, théoriquement le corps est toujours un uniaxe ayant pour axe principal un axe ternaire. Les faits observés sur le nitrate de césium viennent donc nettement à l'appui de l'idée émise par M. Wyrouboff, que certains corps cubiques doivent être en réalité considérés comme uniaxes, les uns ayant pour axe principal un axe ternaire, les autres un axe quaternaire. Cette constatation n'est pas sans importance, car il est évident que ces différentes variétés de corps isotropes ne sauraient être considérées

comme isomorphes; elle permet donc d'expliquer pourquoi certains corps cubiques ne peuvent, contre toute attente, donner naissance à des mélanges cristallisés. »

GÉOLOGIE. — *Sur quelques analogies de faciès géologiques entre la zone centrale des Alpes orientales et la zone interne des Alpes occidentales.* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« En suivant les excursions du neuvième Congrès géologique international au Zillertal et au Semmering, j'ai été vivement frappé de la similitude, allant jusqu'à l'identité, de certains des faciès géologiques de la zone centrale des Alpes autrichiennes et des faciès que présentent, dans les Alpes franco-italiennes, les terrains de même âge.

» Semmering. — J'ai observé, au Semmering, sous la conduite de M. Toula, une série de couches, *parfaitement concordantes*, dirigées est-ouest, et plongeant, au nord, sous les couches de Werfen et les calcaires du Trias (nördliche Kalkzone).

» Cette série comprend : des schistes houillers, avec flore de Schatzlar (M. Toula); des phyllades plus ou moins métamorphiques, passant fréquemment à des micaschistes et contenant de nombreuses intercalations de schistes verts pyroxéniques, et quelques intercalations, plus rares, d'une roche feldspathique à riébeckite (Forellenstein); des quartzites, fréquemment phylliteux, auxquels s'associent des calcschistes; enfin, des calcaires, où M. Toula a découvert des *Diplopores*, et qui sont, au moins dans leur grande masse, d'âge triasique. J'insiste sur ce fait qu'il n'y a pas une seule discordance réelle. Les discordances que l'on a signalées sont, toutes, purement locales et d'ordre mécanique. Je ne crois pas non plus qu'il y ait de failles. Mais la série est fortement plissée, avec des étirements intenses.

» L'analogie avec la série sédimentaire de la Vanoise (Alpes de Savoie) est *saisissante*. Mêmes calcaires du Trias, et, sous ces calcaires, mêmes quartzites, blancs, verts ou rosés, fréquemment phylliteux; et mêmes calcschistes. Entre un Houiller déjà touché par le métamorphisme, mais cependant encore fossilifère, et un Trias déjà fort cristallin, même intercalation d'une puissante série de phyllades, de poudingues séricitiques, et de micaschistes. La seule différence est dans le remplacement des glaucophanites par des roches à riébeckite, et dans la fréquence des schistes à pyroxène.

» La série cristallophyllienne ou semi-cristallophyllienne du Semmering est pétrographiquement identique au Permien métamorphique de la Vanoise, et ses relations avec le Trias et le Houiller sont les mêmes. De plus, le Trias est ici le même que dans la Vanoise; et, comme dans la Vanoise, le métamorphisme régional a déjà touché le Trias et le Houiller, sans les transformer intégralement.

» Zillertal. — Les Alpes du Zillertal, que j'ai visitées sous la conduite de M. Becke, correspondent à la terminaison occidentale des Hohe Tauern. On y voit une puissante série gneissique et granitique (Zentralgneis) s'enfoncer au nord, à l'ouest et au sud,

sous une série schisteuse métamorphique, *parfaitement concordante*, que l'on appelle la *Schieferhülle*.

» La *Schieferhülle* comprend des marbres (Hochstegenkalk), des conglomérats métamorphiques (Konglomeratgneis), des quartzites, des micaschistes et des amphibolites variées; elle comprend aussi un puissant étage de calcschistes (Kalkphyllite ou Kalkglimmerschiefer).

» Sur la *Schieferhülle* il y a des lambeaux de calcaires triasiques, réputés transgressifs, mais qui m'ont paru être, en réalité, toujours et absolument concordants.

» Ce Trias, qui surmonte ainsi la *Schieferhülle*, a les caractères du Trias de la Haute-Maurienne : quartzites, fréquemment séricituex et albitiques, marbres phylliteux, calcaires souvent albitiques. A Mauls, où l'on a trouvé des *Dactylopores*, il y a le double faciès des calcaires de la Vanoise (marbres phylliteux et calcaires francs).

» Je suis arrivé à la conviction que les marbres et quartzites de la *Schieferhülle* sont eux-mêmes d'âge triasique. La coupe du Wolfendorn à la Weissespitze, par le Schlüsseljoch, est, à cet égard, tout à fait démonstrative.

» Quant aux calcschistes de la *Schieferhülle*, il n'y a pas de doute possible : ce sont nos *Schistes lustrés*. A Mairhofen, ils sont, de par l'étirement, réduits à une bande de 300^{m} à 400^{m} de largeur; mais cette bande, absolument continue, va s'élargissant rapidement vers l'ouest. Elle contourne le massif par le Brenner, Sterzing et le Pfitschtal. Sa largeur peut alors atteindre 10^{km}; et l'on suit cette même bande, toujours continue, jusqu'au delà du Gross-Glockner, soit sur plus de 100^{km} de longueur. Ces *Schistes lustrés* sont *identiques* à nos *Schistes lustrés* de la Maurienne, de la Tarentaise, du Piémont, de l'Ubaye; ils renferment les mêmes intercalations de *roches vertes;* et ils ont, avec le Trias, les mêmes rapports que dans nos Alpes, le Trias séparant les *Schistes lustrés* des gneiss, et formant, d'ailleurs, avec les uns et les autres, une série concordante.

» Ces analogies sont telles que je n'hésite pas à conclure que les Kalkphyllite (ou Kalkglimmerschiefer) de la *Schieferhülle* sont, comme nos *Schistes lustrés*, une série cristallophyllienne mésozoïque (postérieure aux calcaires à *Diplopores*) (1). Je suis également très convaincu qu'une bonne partie des autres termes de la *Schieferhülle* est d'âge triasique. Et quant aux micaschistes et aux gneiss du Zillertal, y compris le Zentralgneis, j'y vois l'équivalent de la série cristallophyllienne du Grand-Paradis et du Mont-Rose, c'est-à-dire de la série cristallophyllienne permo-houillère des Alpes d'Occident. »

---

(1) M. Ed. Suess a exprimé, il y a treize ans, une opinion analogue; mais tous les autres géologues autrichiens regardent les Kalkphyllite en question comme antérieures au Trias, et beaucoup y voient un étage paléozoïque très ancien. Il paraît que Charles Lory, au cours d'un voyage qu'il fit, il y a quelque trente ans, au Zillertal, en compagnie de M. Tschermak, insista sur l'*identité* de ces calcschistes et des *Schistes lustrés* de la Maurienne.

GÉOLOGIE. — *Sur les puits artésiens.* Note de M. D. Pantanelli, présentée par M. Albert Gaudry.

« Tous les mineurs savent que, dans beaucoup de cas, la pression des roches dans lesquelles sont ouvertes les galeries est énorme. Ces pressions doivent aider au jaillissement des puits artésiens et ajouter leur influence à celle qui dérive de la pression hydrostatique. Le problème ne pouvait pas être résolu théoriquement; l'observation seule, dans des conditions particulières et bien définies, peut le trancher.

» Ces conditions ont été trouvées dans le sous-sol de Modène où, depuis bien des siècles, on pratique des forages pour atteindre les différentes nappes aquifères comprises dans la puissante formation argileuse qui comble la vallée du Pô, au-dessus des terrains néogènes. Les nappes aquifères sont au nombre de trois; elles ont leur point d'affleurement là où les fleuves qui descendent des Apennins débouchent dans la plaine et elles dérivent des différents dépôts abandonnés pendant les divagations de ces fleuves. Les cailloux et les graviers diminuent de grosseur, à mesure que l'on s'éloigne des dernières collines et se fondent complètement dans la formation argileuse, à peu près au droit de la zone où les fleuves actuels cessent de charrier les graviers, pour ne déposer que du sable et du limon.

» Les trois nappes aquifères, en dehors de la nappe fréatique, sont à la profondeur de 21^m, 45^m et 82^m, qui correspond à 13^m, 11^m et 48^m par rapport au niveau de la mer. Ces nappes, ayant la même origine à 110^m au-dessus du niveau de la mer, sont entre elles absolument indépendantes.

» Au moyen d'appareils enregistreurs automatiques, j'ai observé pendant plus de cinq années les variations journalières du niveau des eaux fréatiques superficielles et les variations du niveau piézométrique des eaux de la première nappe de 21^m dans laquelle s'ouvre plus d'un millier de puits.

» Les variations diurnes des eaux fréatiques ont un maximum de $1^m,50$; celles des eaux profondes de 15^{cm}; la correspondance horaire des diagrammes enregistrés a montré invariablement que le sens des variations est toujours de même nature, c'est-à-dire que l'exhaussement du niveau piézométrique des eaux profondes contenues dans une couche de gravier entre deux couches d'argile étanches, monte ou descend avec la pluie locale, tandis qu'il ne se ressent pas des crues des fleuves qui alimentent la nappe aquifère, quand ces crues sont dues à des pluies limitées au massif montagneux.

» Ne pouvant pas attribuer ces variations à la possibilité d'une communication entre les deux nappes, car le niveau piézométrique des eaux profondes est toujours

très supérieur au niveau des eaux fréatiques, il ne reste pour les expliquer qu'à recourir à l'accroissement de pression dépendant de l'imbibition des couches superficielles. La déduction est théoriquement possible, M. Volterra ayant démontré qu'une couche de neige de $0^m,50$ sur une aire circulaire de 100^{km} doit déterminer une pression de 6^{mm}; il est cependant nécessaire d'en démontrer la possibilité par une autre voie.

» M. Dupuit a établi en 1861 des formules pour déterminer le débit des puits artésiens; soumises aux discussions les plus variées, elles n'ont reçu aucune modification substantielle. Comme il a tenu compte seulement du massif filtrant autour du forage, ses formules sont indépendantes de l'origine de l'eau. Cette particularité les rend inapplicables à la résolution de mon problème, mais elles m'ont permis de calculer le coefficient moyen d'éduction de diverses nappes, c'est-à-dire le débit moyen pour un rayon d'orifice déterminé, à 1^m de hauteur au-dessous du niveau piézométrique. Au moyen de ce nombre, j'ai pu calculer la vélocité dans le milieu filtrant au fond du puits et la chute de pression correspondante; connaissant la hauteur d'affleurement des nappes aquifères, la perte de chute représente les résistances dues à la filtration. L'observation constante a toujours conduit à des valeurs plus petites que celles qui étaient nécessaires pour élever l'eau à son niveau piézométrique. Une nouvelle charge devait se joindre à celle que l'eau possédait originairement et cette charge ne pouvait dépendre que de la pression exercée par les couches superposées. Le calcul m'a démontré que ces hypothèses sont fondées.

» De même, le fait bien connu des puits artésiens au bord de la mer, dont le débit croît et décroît avec la marée, dépendrait de l'accroissement de pression dans la région environnante,

» Je réserve à une publication plus étendue tous les tableaux des nombres observés et la complète discussion de mes observations. »

GÉOLOGIE. — *Sur un niveau fossilifère nouveau du Keuper franc-comtois.* Note de MM. M. **Piroutet** et **Arm. Laurent**, présentée par M. Michel Lévy.

« Nous avons observé dans le Keuper franc-comtois un niveau remarquable à la fois par le mode spécial de fossilisation des organismes qu'il renferme et par la continuité avec laquelle il se retrouve à une grande distance. Nous l'avons trouvé en deux points éloignés de plus de 100^{km} : à

Salins (Jura) au lieu dit *les Laffenets* (¹) et à Bougey (Haute-Saône), aux lieux dits le *Trou-de-Tienne* et *Derrière-les-Vignes* (²).

» 1° *Position stratigraphique.* — *a.* A Salins, on trouve, entre le premier et le deuxième banc de Dolomie, la succession suivante, de bas en haut :

» 1. Première Dolomie. 2. Gypse rouge et G. noirâtre (niveau du G. hématoïde). 3. Marnes, Grès et Houille. 4. Marnes bariolées. 5. Deuxième Dolomie.

» C'est à la base du groupe 4, dans une couche bariolée de couleurs très vives, que se rencontre le niveau en question.

» *b.* A Bougey, bien que la coupe soit mal dénudée, on voit cependant très nettement que ce niveau est situé dans les Marnes bariolées qui surmontent le Grès moyen du Keuper, à une faible distance de ce dernier et en relation avec une Marne rutilante.

» 2° *Nature du gisement.* — Au niveau ainsi défini se présentent, dans les deux localités, des rognons irréguliers formés d'une roche quartzeuse noirâtre, quelquefois rougeâtre, comparable à une *Phtanite.* D'une dureté voisine de 7, elle se casse irrégulièrement en faisant feu sous le marteau. Ces rognons sont souvent caverneux.

» A Salins, les cavités sont souvent remplies d'une matière siliceuse pulvérulente d'un jaune roux; de plus, les Phtanites sont accompagnées d'Hématite rouge à laquelle elles sont intimement liées, car les rognons offrent tous les intermédiaires entre la roche entièrement siliceuse et celle entièrement ferrugineuse.

» A Bougey, nous n'avons pas trouvé l'Hématite. [Toutefois, dans une localité peu éloignée, à Saponcourt, un sondage a rencontré, d'après Thirria (*loc. cit.,* p. 301), du Fer oxydé rouge à ces niveaux et avec une allure analogue.]

» En revanche, on y rencontre de nombreuses concrétions quartzeuses, souvent zonées de rouge à l'intérieur et présentant parfois de beaux cristaux pyramidés de diverses variétés de Quartz (hyalin, enfumé, jaune).

» 3° *Fossiles.* — Ces rognons ne sont autre chose que des débris de *Végétaux* silicifiés et empâtés dans la silice. Les échantillons recueillis appartiennent, pour la plupart, au genre *Equisetum*; on trouve aussi l'empreinte de diverses feuilles parallélinerves et des fragments de troncs silicifiés.

» A Bougey, la conservation est remarquable et beaucoup de détails morphologiques sont gardés avec une grande netteté. A Salins, la conservation est moins bonne; toutefois, il est possible d'identifier spécifiquement les fossiles recueillis avec ceux de Bougey.

» Ces considérations montrent que ce niveau peut rendre des services à la fois au point de vue *stratigraphique,* en donnant un nouveau point de repère certain pour établir l'homologie dans les parties de l'étage en deux

---

(¹) La coupe des Laffenets a été donnée par Marcou (*Recherches géologiques sur le Jura salinois*); mais elle est erronée pour les niveaux qui nous occupent. Pidancet (*Géologie du Jura,* 1863) reproduit les mêmes erreurs.

(²) Voir Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône,* 1833, p. 301.

points assez éloignés et, au point de vue paléontologique, à cause de la rareté des fossiles bien conservés dans le Keuper de notre région. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Comparaison des diverses lettres au point de vue de la vitesse de la lecture. Formation d'un alphabet rationnel.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans des Notes précédentes, nous avons étudié l'énergie nécessaire pour permettre à l'appareil visuel de reconnaître une forme dans le cas théorique où, la rétine étant d'abord obscurée, une petite plage portant soit des traits, soit une lettre, apparaît subitement. Nous avons tiré de là des conclusions théoriques, mais il n'y avait pas lieu d'en tirer des conclusions pratiques, car ce n'est pas dans ces conditions que se produit l'acte de la lecture. Dans celui-ci, la rétine est constamment impressionnée par du papier blanc, et, quand on fixe une lettre noire, le processus rétinien par lequel elle est perçue est tout à fait différent de celui qui est mis en jeu dans nos expériences précédentes. Dans celles-ci, en effet, le phénomène lumineux, origine de la notion de forme, est celui de l'établissement de la sensation sur une zone rétinienne obscurée préalablement, et l'on ne peut certainement pas reconnaître une lettre tant que la sensation n'est pas devenue assez forte pour permettre de distinguer, au point de vue lumineux brut, l'éclat de la lettre de celui du fond. L'étude du phénomène nous a d'ailleurs montré que les choses étaient bien plus complexes, et que la perception des formes pouvait n'avoir pas lieu pour des temps d'admission de la lumière, très courts il est vrai, mais qui donnent, par cela même, des sensations quatre et cinq fois plus fortes que la même lumière en régime permanent; il y a donc autre chose à considérer que l'établissement de la sensation, mais il est évident que la première condition, insuffisante, mais nécessaire, est que la différence d'impression entre le caractère à distinguer et le fond ait pris une valeur notable.

» Dans le cas de la lecture ordinaire, le phénomène lumineux, origine de la perception d'une forme, n'est pas l'établissement d'une sensation sur une rétine obscurée, mais le phénomène inverse : obscuration d'une région rétinienne sur laquelle cesse l'action de la lumière. Le phénomène primordial est donc celui de la persistance des impressions lumineuses. Nous ne pouvons certainement pas distinguer une lettre noire apparaissant subitement sur fond blanc, tant que la courbe de la persistance en fonction du temps n'aura pas baissé assez au moins pour nous permettre de différentier deux plages voisines. Et comme ce temps, pour les lumières fortes, est au moins

de $0^s,02$ et que, pour les lumières faibles, il s'allonge beaucoup, nous devons nous attendre à ne rien pouvoir distinguer en un temps inférieur à $0^s,02$.

» Nous avons constamment vérifié le fait. Alors que, dans les expériences sur fond noir, on obtient des temps minimums très courts pour la lecture, dans les expériences sur fond blanc nous n'avons jamais pu descendre au-dessous de $0^s,02$, temps minimum de la persistance.

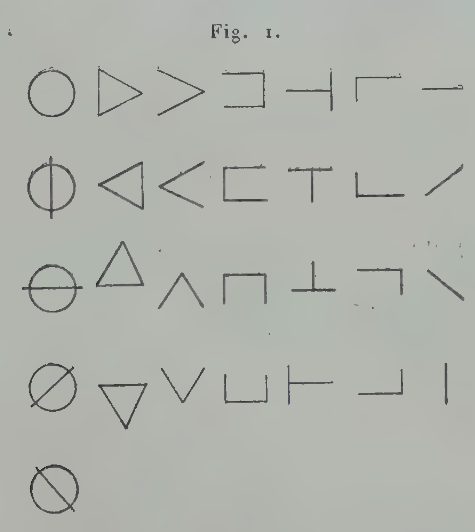
» La technique expérimentale est simple. Un disque rotatif percé d'un trou réglable découvre pendant un temps mesurable une image aérienne d'une lettre; ce disque est blanc du côté de l'observateur, et son éclat est réglé égal à celui du fond sur lequel se détache la lettre.

» Dans ces conditions, on observe peu de différences entre les diverses lettres pour les grands diamètres apparents (acuité visuelle demandée à l'œil, $\frac{1}{4}$); les différences sont masquées, car la durée de la persistance est grande par rapport au temps nécessaire pour la mise en jeu du sens des formes qui, dans ces conditions, peut descendre au-dessous de $0^s,005$. Mais, pour les diamètres apparents plus petits (acuité visuelle, 1), on voit que le temps nécessaire pour reconnaître un T est toujours d'environ $\frac{1}{3}$ plus court que celui qui est nécessaire pour reconnaître un E. Cette différence est beaucoup moindre que celle qui ressort entre les mêmes lettres de l'étude de la rétine obscurée; cela tient à la cause, ci-dessus indiquée, de la persistance.

» Nous pouvons tirer de là deux conclusions :

» 1° Notre alphabet actuel est mal conçu au point de vue physiologique; il devrait être composé de caractères d'un dessin très simple comme T ou L; la vitesse de reconnaissance des lettres serait augmentée d'un tiers, et peut-être la fatigue cérébrale diminuée dans une proportion plus grande encore.

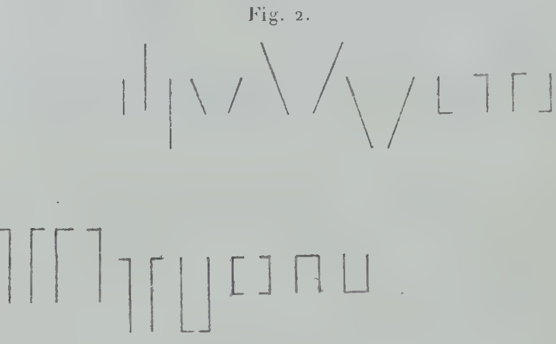
Fig. 1.



Nous avons cherché les formes les plus propices, et nous les donnons ici (*fig.* 1) pour les grands caractères. Pour ceux-ci, il n'y a que ces vingt-neuf

formes qui soient réellement bonnes. Pour les petits caractères, où l'on admet deux tailles de lettres et deux positions de grandes tailles par rapport à la ligne, on a bien plus de choix; nous donnons quelques exemples (*fig.* 2) [1];

Fig. 2.



» 2° Il y aurait tout intérêt à imprimer blanc sur noir au lieu de noir sur blanc, au point de vue physiologique. Les temps nécessaires à la reconnaissance d'une lettre pour les acuités visuelles voisines de $\frac{1}{4}$, qui sont les plus courantes, sont en effet dix fois plus courts que dans le cas de l'impression en noir sur blanc, pour les éclairements usuels.

» Cette étude porte sur l'acte élémentaire de la lecture; il reste à voir comment on lit les groupes de lettres et les mots complets. Dans ce dernier acte, il est bien probable qu'on n'analyse pas toutes les lettres. Nous nous proposons de poursuivre cette étude. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La résistance électrique du corps humain.* Note de M. **Stéphane Leduc**, présentée par M. d'Arsonval.

« On admet jusqu'ici que la résistance électrique du corps humain est surtout celle de la peau, et que la résistance de la peau dépend de sa vascularisation et de son degré d'imprégnation liquide. L'expérience infirme complètement cette opinion.

» Si l'on ferme un circuit électrique ayant une force électromotrice bien constante

(1) Ces figures sont extraites du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale;* nous les y avons publiées en juillet, mais sans discuter leur choix dans le cas de la lecture pratique, comme nous venons de le faire. On trouvera dans notre Mémoire les courbes complètes du phénomène.

en plongeant successivement une main, à la même profondeur, dans des solutions de NaCl au $\frac{1}{100}$, à 0° et à 50°, en ayant soin que le courant traverse toujours les deux cuves en série, on ne constate aucune variation de l'intensité du courant, par conséquent aucune variation de la résistance du circuit.

» En introduisant électrolytiquement de l'adrénaline dans la peau, on produit une anémie intense et, malgré cette vaso-constriction, la résistance diminue beaucoup; dans nos expériences elle est passée de 6000 ohms à 1000 ohms (1066).

» Si, avec une faible force électromotrice (2 volts), on ferme le circuit de 5 en 5 minutes, pendant le temps nécessaire à la lecture de l'intensité, malgré l'imprégnation liquide résultant du contact de plus en plus prolongé des électrodes, on ne constate aucun changement de l'intensité.

» La résistance électrique de la peau ne dépend donc ni de sa vascularisation ni de son degré d'imprégnation liquide. Elle dépend de sa composition chimique, de la nature et du nombre des ions qu'elle contient.

» Avec une force électromotrice bien constante (6 volts), une résistance du reste du circuit négligeable par rapport à la résistance du corps, notant, à partir de la fermeture du circuit, les intensités de 15 en 15 secondes, ces intensités croissent d'abord, puis deviennent constantes.

» Ayant une des électrodes très petite par rapport à l'autre, l'influence de la résistance sous cette électrode prédomine sur l'intensité. Au moment du renversement du courant, un ion différent pénètre dans la peau sous la petite électrode, et l'intensité monte ou baisse, suivant que la résistance devient plus faible ou plus forte, puis elle atteint une valeur constante.

» On trace une courbe en portant les temps en abscisses, les intensités en ordonnées : c'est à la fois la courbe des intensités et des conductibilités, pour le voltage et pour les ions considérés. Ces courbes montrent que la résistance varie beaucoup avec la nature des ions. Dans nos expériences, toutes les autres conditions restant semblables, la résistance passe de 8000 ohms à 1000 ohms, par l'introduction de l'ion calcium au lieu de celle de l'ion chlore dans la peau.

» Pour l'introduction d'un même ion, on élève le voltage, de 2 en 2 volts, attendant, avant chaque élévation, que l'intensité soit devenue bien constante; on trace une courbe en portant les volts en abscisses, en ordonnées les résistances calculées à l'aide de la loi d'Ohm. On constate que la résistance diminue rapidement d'abord, puis de moins en moins après chaque élévation de la tension. Cette influence est telle que, avec l'ion phosphorique par exemple, lorsque le voltage passait de 2 à 12 volts, la résistance tombait de 10000 à 1200 ohms.

» *En résumé*, la résistance électrique du corps humain est surtout la résistance de la peau, et celle-ci, comme celle de tout électrolyte, dépend de la nature et de la concentration des ions qu'elle contient.

» Dans les mêmes conditions des lieux d'application, de grandeur des électrodes, de nature des ions et de voltage, *on obtient toujours des résultats*

identiques à eux-mêmes. Les mesures de la résistance électrique du corps humain, faites dans ces conditions, sont donc *comparables* et *utilisables pour le diagnostic*.

» Les courbes dont nous avons indiqué le tracé, prises sur différents sujets, offrent un grand nombre de particularités dont l'interprétation constitue une véritable méthode d'analyse électrochimique des tissus sur l'homme vivant. »

MÉDECINE. — *Contribution au traitement du cancer par les rayons X.* Note de M. **Biraud**, présentée par M. d'Arsonval.

« Après les statistiques impressionnantes apportées par les Américains Pusey, Skinner, Cleaves, Smith sur la radiothérapie du cancer, les observations isolées des Européens Schiff de Vienne, Mikulicz de Breslau, Vigouroux de Paris, Mondain d'Angers, Doumer et Lemoine de Lille, je ne veux aujourd'hui, à l'occasion d'un cas heureux de traitement d'un cancer inopérable du sein par les rayons X, que préciser les détails de la technique que j'ai employée.

» La malade, Mme M., 54 ans, consulta en janvier 1900 le Dr Polaillon pour une tumeur du sein gauche avec douleur irradiée dans l'aisselle et le bras; le diagnostic de tumeur maligne fut aussitôt porté, puis confirmé par le Dr Récamier, chirurgien des hôpitaux, qui pratiqua le 24 janvier 1900 l'extirpation du sein contenant un néoplasme non adhérent au pectoral; il disséqua l'aponévrose du grand pectoral, puis les aponévroses de l'aisselle et enleva la graisse et les ganglions du creux axillaire; la réunion fut ensuite immédiate et il n'y eut aucun incident sérieux; sauf des douleurs du côté du plexus brachial.

« Le mamelon était rétracté, m'écrivait le Dr Récamier, et, à l'examen anatomo-» pathologique de la tumeur, je n'ai eu aucun doute sur sa nature.

» J'ai coupé les ganglions et j'en ai trouvé plusieurs envahis. Quant au néoplasme » lui-même, je déclare que si ce n'était pas là un épithélioma typique, je n'en ai » jamais vu de ma vie ».

» *Récidive* au commencement de 1903. La malade accuse une douleur en se couchant sur le côté gauche; son sein grossit et redevient sensible; le chirurgien revoit sa malade, trouve plusieurs noyaux de récidive cutanés et un ganglion sus-claviculaire adhérent qui lui paraît contre-indiquer tout acte opératoire et conseille la radiothérapie que je pratiquai dans les conditions suivantes :

» Je tâchai de faire en sorte que tous les facteurs de l'expérimentation fussent aussi constants que possible pendant toute la durée du traitement : le voltage, l'ampérage, le nombre des interruptions du courant inducteur,

le vide de l'ampoule radiogène et, par suite, le *radiochroïsme* des rayons employés, ne réservant qu'une seule variable, la *quantité* des rayons absorbés réglée par le nombre et la durée des séances d'exposition.

» J'y arrivai pratiquement en me servant comme source de courant d'une batterie d'accumulateurs à voltage constant (70 volts), d'un interrupteur Contremoulins-Gaiffe dont la constance peut être facilement maintenue avec le rhéostat du moteur, d'une bobine de Gaiffe de 0^{m},40 d'étincelle et enfin d'une ampoule grand modèle, marque Voltohm de Francfort. Cette ampoule jouit de la propriété, quand on en a fait le réglage en s'aidant de l'écran radioscopique et du radiochromomètre de L. Benoist, de fournir avec une grande constance des rayons d'un degré déterminé de l'échelle durant toute la séance.

» N'ayant pas affaire à un néoplasme purement superficiel, mais pouvant présenter des racines profondes, j'employai, de propos délibéré, des rayons moyens marquant 6 au radiochromomètre.

» Invariablement, la cathode était distante de 0^{m},11 de la peau; incidence sur la cicatrice. Voltage : 70 volts avec 3 ampères au primaire. Soit 210 watts.

» Le Tableau suivant indique le nombre, la durée et l'espacement des séances (23 séances) :

	m s		m
14 juillet	30	12 août	7
16 »	1	17 »	8
21 »	1.30	21 »	8
23 »	2.	25 »	8
25 »	2.30	31 »	8
27 »	3.	5 septembre	6
29 »	3.30	18 »	8
31 »	4.	28 »	8
3 août	4.30	9 octobre	5
5 »	5	23 »	8
7 »	5.30	4 novembre	8
10 »	6		

» *Cliniquement*, je note à la quatrième séance la disparition des douleurs ; à la sixième, une diminution de la tumeur d'un tiers environ. État stationnaire ensuite jusque vers la quinzième, moment où la régression s'accentue et où les ganglions disparaissent au-dessus de la clavicule et du côté de l'aisselle. Actuellement, la tuméfaction est réduite des trois quarts; la malade ne souffre aucunement et les ganglions ont tout à fait disparu.

» La réaction radiodermitique a été très légère et l'état général, bon dès le début, n'a fait que s'améliorer depuis. »

MÉDECINE. — *Contribution à l'étude de la dyscrasie acide (acide chlorhydrique).* Note de MM. **A. Desgrez** et **J. Adler**, présentée par M. Bouchard.

« L'influence de la dyscrasie acide sur les échanges nutritifs a été depuis longtemps mise en lumière par les travaux du Professeur Bouchard. Les recherches plus récentes de Charrin et Guillemonat ont de nouveau appelé l'attention sur cette cause perturbatrice du métabolisme animal. Dans nos recherches actuelles, nous avons eu pour but de pénétrer plus avant le mécanisme de ces phénomènes en déterminant l'influence des acides minéraux sur certains processus particuliers de l'économie. Le mieux étudié actuellement, parmi les phénomènes synthétiques dont nos cellules sont le siège, consiste dans la production de l'acide hippurique; nous connaissons, en effet, et l'origine diastasique de ce corps et son mode de synthèse, par déshydratation, aux dépens de l'acide benzoïque et du glycocolle. La mesure de la puissance synthétique de la cellule vivante peut donc se faire en dosant la quantité d'acide hippurique à laquelle elle donne naissance.

» Nos expériences ont porté sur des cobayes de même âge et de même sexe. Après avoir fixé, par tâtonnements, la dose d'acide chlorhydrique que ces animaux peuvent supporter en injection sous-cutanée, nous avons administré à chacun d'eux 3^{cm^3} d'une solution renfermant $0^g,008$ d'acide par 1^{cm^3}, soit $0^g,023$ par animal. Ces cobayes étaient réunis en un lot de six et comparés à des animaux de même poids réunis en nombre identique. L'alimentation était la même pour chaque série. Les dosages ont été effectués sur les urines de 48 heures, par la méthode de Bunge-Schmiedeberg.

» La moyenne effectuée des résultats obtenus pendant 28 jours consécutifs donne une élimination de $1^g,67$ d'acide hippurique par kilogramme des animaux témoins et de $0^g,73$ seulement par kilogramme des animaux qui ont reçu l'acide chlorhydrique. L'influence de ce dernier sur la puissance synthétique de la cellule vivante se manifeste ainsi par une réduction de cette propriété atteignant 57 pour 100 de sa valeur normale.

» Ce premier résultat acquis, il restait à déterminer si cette influence de la dyscrasie acide s'exercerait encore après suppression de sa cause directe.

» Pour fixer ce nouveau point, on a renouvelé les dosages d'acide hippurique chez les mêmes animaux deux mois après la dernière injection acide. La moyenne des dosages effectués ainsi, pendant 14 jours consécutifs, correspond à $0^g,42$ d'acide hip-

purique par kilogramme des témoins et à $0^g,17$ par kilogramme des animaux injectés : c'est encore, pour ces derniers, une réduction de 60 pour 100 de la puissance synthétique de la cellule vivante.

» La cellule vivante a donc conservé, à deux mois de distance, la viciation première imprimée par la dyscrasie acide à la production et à l'activité de ses diastases déshydratantes. Nous montrerons, dans une prochaine Note, que cette conclusion est indépendante de la qualité de la sécrétion rénale et de l'élaboration de la matière azotée. »

M. Fr. Faccin adresse une Note ayant pour titre : « Anomalies diurnes et séculaires dans le mouvement de rotation de la Terre ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation, par l'organe de son doyen, présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *de Bussy* :

En première ligne.	M. Bertin.
En seconde ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. Caspari. M. Charles Lallemand.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

ERRATA.

—

(Séance du 12 octobre 1903.)

Note de MM. *G. Urbain* et *H. Lacombe,* Sur une série de composés du bismuth :

Page 569, ligne 11, *au lieu de*

$$3M''(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.21H^2O,$$

lisez

$$3M''(AzO^3)^2.2Bi(AzO^3)^3.24H^2O.$$

Même page, ligne 26, *au lieu de* des sels assez fondants de, *lisez* des sels correspondants de.